

3. デジタル及びフォーラム標準化機関・団体の標準化活動の動向

3.1 概要調査

3.1.1 概要調査の概略

今回のフォーラム概要調査では、IoT 関係を含む 56 件のフォーラムについて、それぞれのフォーラム単位に、Web 上で公表されている情報をもとに個別調査票を作成し、そのフォーラムの活動目的、組織構成、参加資格と会費、主要メンバ、他団体・組織との関係、TTC 活動との関係性、活動状況、設立時期、本部所在地、関連標準化技術等について、辞書的に検索・活用できるようにした。これらは付録 2-1 として添付している。

IoT 標準化関係フォーラムの活動状況の傾向分析については、IoT 標準化関連フォーラムを以下の 3 つのカテゴリに分類し、個別調査票に記載した情報をさらに深く掘り下げ、認証手続き、IPR ポリシーまで含めた詳細な調査を行った。これらは付録 2-2 として添付している。

- ① IoT サービスレイヤ標準化を含むフォーラム
- ② IoT エリアネットワーク関係標準化フォーラム
- ③ IoT 普及促進のための団体

3.1.2 項 (付録 2-2 の 2 章) の IoT サービスレイヤ標準化を含むフォーラムの代表としては、Intel、Samsung、Qualcomm、Microsoft 社などグローバル ICT/IT 企業が推進している OCF (Open Connectivity Foundation) と、欧州、北米、日中韓等の地域/国内標準化機関が共同で推進しているパートナーシッププロジェクトである oneM2M がある。

3.1.3 項 (付録 2-2 の 3 章) の IoT エリアネットワーク関係標準化フォーラムは、もともとホームネットワーク関係の標準化を推進していたフォーラムが中心であるが、ZigBee Alliance、Thread がある。また標準化というより認証と普及促進を主眼に置く Wi-SUN Alliance がある。さらに、近年注目を集めている低電力消費を維持しつつ通信範囲を拡大した LPWA (Low Power Wide Area) の代表例として LoRa Alliance について調べた。

3.1.4 項 (付録 2-2 の 4 章) の IoT 普及促進のための団体としては、工業界用 IoT を対象に Testbed を活用した普及促進活動を推進している IIC (Industry Internet Consortium)。さらには欧州において IoT 標準化動向分析と欧州委員会の下で IoT プロジェクトへの資金援助を実施している AIOTI (Alliance for IoT Innovation) を取り上げた。

3.1.5 項 (付録 2-2 の 5 章) の動向分析のパートでは以下の観点を中心に分析を試みた。①対象とするユースケース、②LPWA 関係フォーラムの登場とセルラー系 LPWA、③メンバ数から見た傾向、④規格適合性確認試験と認証、⑤IoT 関係フォーラムとオープンソースソフトウェアとの関係、⑥フォーラム間連携の動き、⑦IoT/M2M の普及促進団体の日米欧比較。

さらに、IoT 全般の業界動向についても、関連イベントに参加し、調査した。3.1.6 項 (付録 2-2 の 6 章) では 2017 年 11 月に英国ロンドンで開催された IoT World Forum で調査したグローバルベンダ、欧州オペレータ、システムインテグレータの観点での IoT の傾向を、また 3.1.7 項 (付録 2-2 の 7 章) では 2018 年 1 月に米国ラスベガスにおいて開催された CES (Consumer Electronics Show) に参加して、直接利用者が手にする製品動向からみた IoT の傾向を調査した。特に、AI 音声スピーカ、自動運転、5G 等の最新技術動向を調査した。

3.1.1.1 IoT に関する活動状況の概要

現在の IoT に関するフォーラム活動のマクロな傾向として以下のようなものが挙げられ、このことを今回の調査で確認することができた。

- IoT エリアネットワークとして、従来からのホームエリアより広域なカバレッジを実現しながら、低電力消費を達成する LoRa など LPWA の急速な普及。この領域にはセルラー系オペレータによる 3GPP 標準方式 (NB-IoT、LTE-M) も参入しつつある
- 標準化のみならず実装した製品の相互接続性まで担保する規格適合性確認試験の実施や、認証活動、ロゴ制定といった一貫した活動が行われている。
- スピーディな実装を確かなものとするオープンソースソフトウェアの開発も標準化と並行して、別プロジェクトとして進められている。
- 相互補完的な関係を築けるフォーラム間では、共通メンバによる相互接続仕様の制定 (oneM2M と OCF/OSGi 等) や、共同マーケティング活動も行われている。(oneM2M と ZigBee Alliance/IIC 等)
- 標準化活動のみにとどまらず、一層の技術普及を目的とするユーザ会合の開催、展示会への参加などのマーケティング活動への取組みも活発に行っている

3.1.2 IoT サービスレイヤ標準化を含むフォーラム

3.1.2.1 Open Connectivity Foundation (略称 OCF)

OCF は、UPnP (Universal Plug and Play) を併合した OIC (Open Interconnect Consortium) を母体とし、IoT ソリューションやデバイス間のシームレスな動作を実現するため、IoT 標準の統合に寄与することを目的として、2016 年 2 月に設立された。その後、2016 年 10 月には AllSeen Alliance を OCF の名の下に合体した。将来的には OCF の仕様、プロトコル、オープンソースプロジェクトにより、広範囲の消費者、企業、多くの製造業者の埋め込みデバイス/センサが、確実かつシームレスに互いに連携して動作可能とすることを目指しており、このため技術仕様の作成のみならず、デバイスの認証やオープンソースソフトウェアの開発もあわせて行っている。対象市場としては、Automotive、Consumer Electronics、Enterprise、Healthcare、Home Automation、Industrial、Wearables 等、多岐にわたる。なおオープンソースソフトウェア開発プロジェクトは Linux Foundation 配下のプロジェクトとなっ

ている。

(1) 組織構成

OCF の組織は複数の Work Group と関連する Task Group で構成されており、組織の運営は 3 つの Steering Committee および Board of Directors のリーダーシップの下で行われている。

- Operations Management Steering Committee (OMSC)
- Business Steering Committee (BSC)
- Technical Steering Committee (TSC)

(2) OCF の認証手続き

OCF 準拠のデバイスの認証は以下の手続きにより実施される。

- 1) OCF メンバとなる。具体的には年会費を支払い、OCF Certification Mark and Licensing Agreement に署名する。
- 2) 申請するベンダは以下の情報を OCF Certification Body に提出する。
 - デバイス情報およびコンタクト情報
 - Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
 - 希望する OCF Authorized Test Laboratory (ATL)
- 3) 上記の情報が OCF で承認された後、申請するベンダはデバイスを OCF Certification Body に送付する。
- 4) ATL はテスト計画に従いテストを実施し、テストログを OCF Certification Body に送付する。
- 5) デバイスがテストにパスすると、申請ベンダは特定のデバイスとしての適合証明書を受け取る。これにより申請メンバは、OCF Logo Usage Guidelines に基づき、認証マークを、認証テストをパスしたデバイスや関連マーケティング資料に使用することが認められる。

(3) OCF の技術仕様

2017 年 12 月には以下の使用を OCF 仕様として公開している。

OCF 1.3.0 Core Specification*

OCF 1.3.0 Security Specification*

OCF 1.3.0 Bridging Specification*

OCF 1.3.0 Resource Type Specification*

OCF 1.3.0 Device Specification

OCF 1.3.0 Wi-Fi Easy Setup Specification

OCF 1.0.0 Resource to AllJoyn Interface Mapping Specification*

*ISO/IEC JTC1 SC41-Internet of Things and related technologies で Fast Track (迅速手続き) によ

る DIS 標準化手続き中。(投票期限：2018 年 2 月 13 日)。

(4) OCF の IPR ポリシー

他メンバに RF (Royalty Free) のライセンス利用を認めることが、OCF にメンバ加入する際の条件となる。ただし reciprocal が条件。

(5) OCF のオープンソースソフトウェア-IoTivity

IoTivity は OCF がスポンサーとなっている、Linux Foundation 内のオープンソースプロジェクトである。プロジェクトは OCF からは独立しており、個人または企業が寄与するが、OCF 標準への影響は間接的となる。

IoTivity は OCF 標準のオープンソース参照実装を提供し、現在、リリース 1.3.0 (2017 年 6 月) が公開されている。今後、Alljoyn の統合を進める中で、著作権ライセンスが Apache2.0 に変更されることとなる。これにより他のオープンソースプロジェクトが IoTivity を取り込みやすくなることをねらっている。

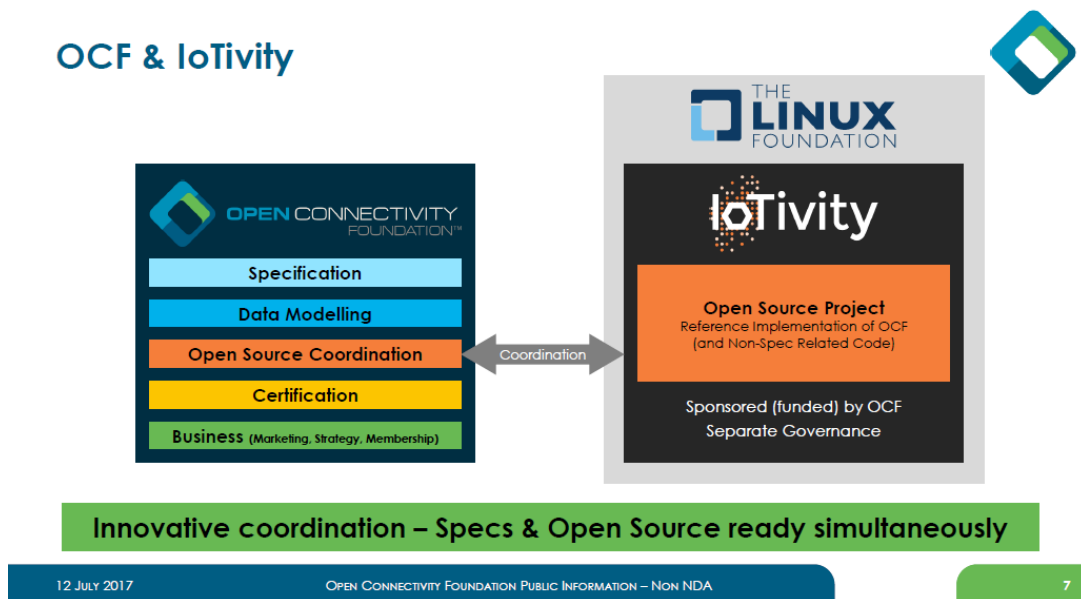


図 3-1 (付録 2-2 図 2.3) OCF とオープンソース開発団体 IoTivity との関係

(出典) ATIS Industry day (2017 年 7 月 12 日) 講演資料から

3.1.2.2 oneM2M について

2012 年 7 月に IoT/M2M の共通サービスレイヤ標準化組織として設立。3GPP と同様のパートナーシッププロジェクトの形態をとり、欧州 ETSI、北米 ATIS、TIA、日本 ARIB、TTC、韓国 TTA、中国 CCSA の各国内/地域標準化団体がパートナーを組み (その後インドの TSDSI

が 2015 年から参加)、これら各標準化団体のメンバが、本パートナーシッププロジェクトへの参加資格を有する。oneM2M の組織は、技術標準化活動を行う技術委員会 (Technical Plenary) と組織を運営する運営委員会 (Steering Committee) の二つの機能に分かれている。ここで言う IoT/M2M 共通サービスレイヤとは以下の機能を提供するものである。

- (1) リモート・デバイス管理機能
- (2) 通信管理・接続処理機能
- (3) データ管理機能
- (4) アプリケーション管理
- (5) セキュリティ及びアクセス制御機能
- (6) 課金
- (7) 加入管理、他

共通サービスレイヤは複数のアプリケーション間でデータを活用できるという観点から Smart City プロジェクトでの採用が期待されている。

なお、oneM2M は技術標準作成だけでなく認証をスタートしている。また、Open Source 開発団体が、oneM2M とは独立に実装プログラム開発を行っている。

- (1) パートナーシップ協定
(パートナ Type1 としての義務)

- ・標準のフラグメンテーションを避けるため、oneM2M での標準化と重複する標準化活動は行わないこと

- ・oneM2M の標準化と重複する標準化活動を行っていた場合、その内容を oneM2M に寄書として提供すること

- ・所属するメンバに標準化への寄与を勧奨すること

- ・国内/地域において規制上の要求条件が存在する場合には、これをできるだけ早期に伝えること

- ・他パートナと同等の IPR ポリシー (FRAND) を保有すること

- ・所属するメンバのリストを他のパートナや事務局と共有化・維持すること。これらのメンバは当該パートナの IPR ポリシーに合意していることが必要

- ・合意されたすべての技術仕様 (TS : Technical Specification) および技術レポート (TR: Technical Report) を自身の標準化手続きに則て、国内標準化および出版を行うこと。

- (2) 技術委員会 (Technical Plenary) の組織構成

- WG1 REQ (Requirement) 要求条件やユースケースを規定
- WG2 ARCH (Architecture) アーキテクチャを規定
- WG3 Protocol HTTP、CoAP、MQTT、WebSocket のプロトコルバインディングを規定
- WG4 SEC (Security) セキュリティを規定

- WG5 MAS (Management, Abstraction and Semantics) データのセマンティック、意味論等を規定
- WG6 TST (Test) 相互接続試験や規格適合性試験のための条件を規定

(3) 運営委員会 (Steering Committee) の組織構成

- Finance Subcommittee 予算案の作成と管理。財務計画の策定。
- Legal Subcommittee IPR を含む法律関係の課題検討
- MARCOM Subcommittee 広報、PR、プレスリリース、セミナー発表等の計画と実施
- Method and Process Subcommittee 標準化手続きおよび運営手続き上の課題検討
- Industry Liaison Subcommittee 外部機関との連携方針策定

(4) oneM2M の標準成果物

oneM2M は IoT/M2M 共通サービスレイヤを実現するための一連の技術仕様 (Technical Specification) および技術レポート (Technical Report) をリリースという単位で発行している。

初期の Release1 は 2015 年 1 月に発行され、機能を拡張した Release2 は 2016 年 8 月末に発行されている。Release3 については、2017 年 9 月に発行が計画されていたが、2018 年 3 月以降に延期された。Release2 には実装に必要な以下の技術仕様および技術レポートが含まれている。

また、ITU-T SG20 と oneM2M の両組織間で、oneM2M が制定した技術仕様および技術レポートを、ITU-T SG20 の勧告および補遺として順次制定していく方針が確認され、第 1 弾として Release2 に含まれる技術仕様および技術レポートの ITU-T 勧告化が進行中である。

技術仕様番号	技術仕様のタイトル
TS 0001*	Functional Architecture
TS 0002***	Requirements
TS 0003****	Security Solutions
TS 0004**	Service Layer Core Protocol
TS 0005**	Management enablement (OMA)
TS 0006**	Management enablement (BBF)
TS 0007	Service Components
TS 0008**	CoAP Protocol Binding
TS 0009**	HTTP Protocol Binding
TS 0010**	MQTT Protocol Binding
TS 0011**	Common Terminology
TS-0012**	Base Ontology

TS-0014**	LWM2M Interworking
TS-0015**	Testing Framework
TS-0020**	WebSocket Protocol Binding
TS-0021	oneM2M and AllJoyn Interworking
TS-0022**	Field Device Configuration
TS-0023**	Home Appliances Information Model and Mapping
TS-0024	OIC Interworking
TS-0032****	MAF and MEF Interface_Specification

* ITU-T SG20 で Y.4500.1 として勧告化済 (2018 年 1 月 19 日)

** ITU-T SG20 WP1 会合で AAP Consent 済 (2018 年 1 月 24 日)

*** ITU-T SG20 WP1 会合で TAP Determination 済 (2018 年 1 月 24 日)

**** ITU-T SG20 で under study

AAP: Alternative Approval Process (ITU-T 勧告 A.8 で規定)

(5) インターオペラビリティ試験

技術委員会の TST WG (WG6) ではインターオペラビリティ試験の試験項目を技術仕様 (TS) として発行しており、現在までに 5 回のインターオペラビリティ試験が実施されている。

また、oneM2M をプロモーションするための Showcase イベントも各地域に所在する SDO パートナ主催で開催されている。

✓ 2015 年 5 月 東京国際フォーラム (NICT、ARIB、TTC 共催)

✓ 2017 年 10 月 Sophia Antipolis (ETSI 主催)

✓ 2017 年 3 月 フクラシア品川クリスタルスクエア (NICT、ARIB、TTC 共催)

<http://www.ttc.or.jp/j/info/seminar/history/rep20170302/>

① 認証体制の確立

インターオペラビリティ試験を中心とした認証が 2017 年 2 月から開始されており、韓国 TTA が認証機関として登録されている。韓国 TTA は試験機関としての役割も果たしており、欧州の DEKRA も試験機関として認証機関である TTA の下で活動をスタートさせる予定である。

<http://www.onem2mcert.com/main/main.php>

② oneM2M の IPR ポリシー

パートナーシップ協定に規定されているように、Technical Plenary 参加メンバは自分が所属するパートナ (SDO) の IPR ポリシーに従うことが参加の条件となっている。基本的には、

ITU/ISO/IEC の共通パテントポリシーと同等の FRAND (Fair, Reasonable And Non-Discriminatory) がポリシーとなっている。

③ Open Source 開発団体による実装プログラム開発

以下のオープンソースソフトウェア開発団体が oneM2M 技術仕様に基づく、オープンソースソフトウェアを開発し、実装デモなどを行っている。これらは oneM2M 標準化活動とは独立して運営されており、oneM2M としての特別な支援は行っていない。

- Eclipse Foundation-OM2M Project (フランスの研究機関 LAAS-CNRS が主導)
- OpenMTC Project (ドイツに拠点を置く欧州研究機関 Fraunhofer FOKUS が主導)
2017年12月にリリースを計画。ライセンス条件として Apache 2.0 とするか GPL license とすべきか検討中。
- OCEAN-Mobius (IoT server platform) & Cube (IoT device platform) Project (2015年1月発足、韓国の研究機関 KETI が主導)
- OpenDaylight-IOTDM Project (2014年12月発足、CISCO が主導)
- OS-IoT (米国の標準化機関 ATIS が主導、AT&T、Qualcomm がリーダーとなり、ARM、CenturyLink, Cisco, Huawei, InterDigital, KETI, Nokia 等が参加)

3.1.3 IoT エリアネットワーク標準化フォーラムと LoRa

3.1.3.1 ZigBee Alliance

ZigBee とは、センサーネットワークを主目的とする近距離無線通信規格の一つ。この通信規格は、転送可能距離が短く転送速度も非常に低速である代わりに、安価で消費電力が少ないという特徴を持つ。従って、電池駆動可能な超小型機器への実装に向いている。基礎部分の(電氣的な)仕様は IEEE 802.15.4 に準拠。論理層以上の機器間の通信プロトコルについては ZigBee Alliance が仕様の策定を行っている。

(1) ZigBee の組織構成

Board の下に以下の Committee がある。そしてそれらの下に各種活動グループが置かれている。

- ZigBee Architecture Review Committee (ZARC)
- ZigBee Marketing Steering Committee

(2) ZigBee 端末の種類

ZigBee 端末は以下の3種類に分類され、これらを用いてトポロジー的には、スター、ツリー、メッシュのそれぞれをサポートできる。

- ZigBee Coordinator (ZC) ネットワーク内に1台存在し、ネットワークの制御を行う端末。

- ・ ZigBee Router (ZR) データ中継機能を含む ZigBee 端末。
- ・ ZigBee End Device (ZED) データ中継機能を持たない ZigBee 端末。

(3) ZigBee 技術仕様

- ・ ZigBee-2004 Specification (v.1.0)
- ・ ZigBee-2006 Specification
- ・ ZigBee-2007 Specification (ZigBee Pro)

(4) アプリケーションプロファイル

ZigBee では以下のようなアプリケーション毎のプロファイルを定義している。

ZigBee Building Automation

ZigBee Health Care

ZigBee Input Device

ZigBee light Link

ZigBee Remote Control

ZigBee Retail Services

ZigBee Smart Energy

ZigBee Telecom Service

ZigBee 2030.5 (IEEE が 2013 年に標準化)

(5) アプリケーションレイヤ dotdot の提供

ネットワーク上の smart object が相互に会話できるためのアプリケーションプログラムを提供し、Thread Group と共同で、Thread の IP-based 網上で dotdot デバイス間の showcase を 2017 年 CES でデモを実施した。家庭やビジネスの smart network のためのオープン標準を開発するというコミットの結実であると表現している。

(6) IPR ポリシー

ZigBee はメンバ加入時に RAND (reasonable and non-discriminatory) での同意を求める。

3.1.3.2 Thread Group

Thread とは、Thread Group がホームネットワーク向けに策定した通信規格である。Thread Group は 2014 年 7 月に ARM, Freescale, Big Ass Fans, NEST, Samsung, Silicon Labs, Yale Security により設立され、新たな無線ホームネットワークへの要求条件として、Low Power、IP-based、Resilient (mesh)、Open Protocol、Secure and User friendly、Fast time to market、Existing radio silicon を掲げた。2015 年 7 月には第 1 版の仕様 Thread1.0 を発表。

(1) Thread Group の目的

IEEE802.15.4*を物理層に持ち、ホームネットワーク内で数百のプロダクトを収容できるセキュアなメッシュ状のネットワークを構築するためのプロトコルの開発。

- ・ホーム用に設計
- ・自己回復型のメッシュネットワーク
- ・実証されたオープン標準および IPv6 ベースの 6LoWPAN**を採用した設計による相互運用性 (ネイティブ IP)
- ・ IEEE802.15.4 製品のソフトウェアを更新するだけで実装可能
- ・様々なホーム内の製品をサポートするよう設計。家電、アクセス制御、温度制御、エネルギー制御、照明制御、安全性とセキュリティ

*PAN (Personal Area Network) または WPAN (Wireless PAN) と呼ばれる IEEE が策定中の短距離無線ネットワーク規格。低速な反面、低コスト・低消費電力で、高い信頼性とセキュリティを持つことが特徴。(Zigbee 等)

**6LoWPAN は IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks の略語。無線上で送信するため IPv6 ヘッダサイズを圧縮する。IETF が 2004 年から標準策定を開始。

(2) 組織構成

Board の配下に Management Organization と 4 つの Working Group (Certification、Marketing、Use Case、Technical) が置かれている。

(3) IPR ポリシー

必須特許について RAND-RF ライセンスへのコミットをメンバ加入時に求める。著作権とロゴはメンバに無料で提供される。

(4) オープンソースソフトウェア

Nest により、2016 年 5 月にコネクテッドホーム用ネットワークプロトコル Thread のオープンソース実装「OpenThread」が公開されている。コネクテッドホーム用製品の開発を促進することが狙い。

3.1.3.3 Wi-SUN Alliance

スマートメータ用無線通信規格 IEEE 802.15.4g を活用したスマートユーティリティネットワーク (SUN) の普及を目指し、通信仕様 (プロファイル) の策定と、相互接続性検証を行う。スマートユーティリティネットワークとは、ガスや電気、水道のメーターに端末機を搭載し無線通信を使って、効率的に検針データを収集する無線通信システムのことで、Wi-SUN (Wireless Smart Utility Networks) は NICT が研究開発し、国際標準化 (IEEE において) を行った IoT 向け無線通信方式。日本国内の電力会社のスマートメータに採用され

ている。

Wi-SUN Alliance は、ちょうど IEEE802.11 無線 LAN 規格における WiFi アライアンスと同様な役割りを果たしている。

(1) 目的

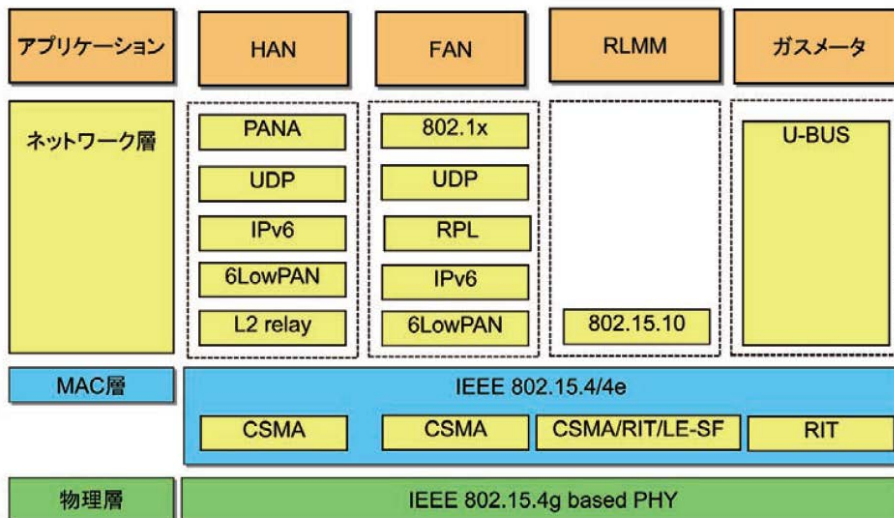
- ✓ Smart City や Smart Utility Communication Network 相互接続を達成するためのグローバル協調のためのフォーラムを提供する。
- ✓ Wi-SUN 業界の成長を目指す
- ✓ IEEE802.15.4g 技術仕様およびプログラムに基づく業界の成長をリードする
- ✓ 業界で合意した標準のサポート
- ✓ 強固なテストおよび認証プログラムを通して製品の相互接続性を保証する。

(2) 組織構成

- ✓ Board of Directors 及び Executive Committee (Promoter メンバにより構成)
この配下に下記の 3 つの委員会を配置
- ✓ Marketing Committee
- ✓ Technical Steering Committee
Domain Working Groups : プロファイル間での PHY/MAC/Transport 層の一貫性を確保
Profile Working Groups : それぞれの応用領域毎のプロファイル仕様を作成
 - ECHONET Profile WG
 - FAN Profile WG (FAN : Field Area Network)
 - Other Profile WG
- ✓ Testing and Certification Committee

(3) 技術仕様

- ✓ Home Area Network (HAN) WG
- ✓ Field Area Network (FAN) WG



■ 図2. Wi-SUNアライアンスで制定しているプロファイル

図 3-2 (付録 2-2 図 3.8) Wi-SUN アライアンスで制定しているプロファイル
 (出典) ITU ジャーナル Vol.47 No.2 「IoT 時代を支える国際無線通信規格 Wi-SUN」
 (原田博司) から

(4) IPR ポリシー

技術仕様に含まれる必須特許については RAND または Royalty-Free のポリシーへの同意がメンバ加入の際に求められる。

(5) 認証プログラムと普及状況

ひとつまたは複数の Wi-SUN プロファイルに対して規格適合性試験、相互接続性試験により技術仕様への準拠が確認された製品に対して

Wi-SUN CERTIFIED™

のロゴ使用が許可される。

3.1.3.4 LoRa Alliance

IoT 領域のオープンな標準化団体。IoT、N2M、スマートシティ、産業アプリケーション等を世界に普及させていくために必要な低電力広域網 (LPWANs) の標準化をミッションとする。LoRa プロトコルを普及させていくための知識と経験をアライアンスによって発展させ、相互接続と相互運用性を可能にするために活動をしている。また、LoRaWAN 規格の認証プログラムも運用している。

(1) LPWAN の特徴

セルラー技術が高速データ通信に適しているのに対し、LPWAN は数年にわたるバッテリー

寿命が可能で、長距離に渡り少量のデータ (1 時間に数回) を送信するセンサや応用に適している。LPWAN における重要な要素は以下の通り。

- ✓ ネットワークアーキテクチャ
- ✓ 通信範囲
- ✓ バッテリー寿命または低電力
- ✓ 干渉に対する強度
- ✓ ネットワーク容量 (ネットワーク内の最大ノード数)
- ✓ ネットワークセキュリティ
- ✓ 片方向通信 vs 双方向通信
- ✓ 多くの応用への適用

(2) 組織構成

Board of Directors の下に以下の委員会が設置されている。

- 1) Strategy Committee (Roadmap, Security)
- 2) Marketing Committee (Trade shows, Member meetings & OH, PR, Brand, Media)
- 3) Technical Committee (Specification updates, Technical features)
- 4) Certification committee (Certification program, Test specification)

(3) LoRaWAN™とは

IoT/M2M やスマートシティ、工業アプリケーションのための低価格、モバイルおよびセキュアな両方向通信をサポートする。LoRaWAN™は低消費電力ために最適化され、何百万ものデバイスを擁する大きなネットワークをサポートするように設計されている。LoRaWAN™の革新的な特徴としては冗長運用、低価格、低電力デバイスが移動性を持ち、IoT を利用しやすくしている点にある。LoRa は長距離通信を可能にする物理レイヤを規定しているのに対し、LoRaWAN は通信プロトコルとシステムアーキテクチャを規定。

Application		
LoRa MAC		
MAC Options		
Class A	Class B	Class C
LoRa Modulation		
Regional ISM Band		

図 3-3 (付録 2-2 図 3.10) LoRa のアーキテクチャ

(4) IPR ポリシー

Royalty Free のパテントポリシー。

(5) 認証

The LoRa Alliance™は相互運用性、ネットワークおよび終端ポイントでの品質にコミットしており、LoRa Alliance™メンバ製品はどこでも利用できる。LoRa Alliance Certified™ programにより、世界中に展開する業界の専門性と認証グループを活用して、LoRa Alliance™のビジョンの維持を実現している。

3.1.4 IoT 普及促進のための団体

3.1.4.1 IIC (Industrial Internet Consortium)

IoT 技術、特にインダストリアルインターネットの産業実装と、デファクトスタンダードの推進を目的として、2014年3月27日に AT&T、シスコシステムズ、ゼネラル・エレクトリック、IBM、インテルの5社によって設立。「オープンであること」を基本に、IoT 技術普及のために必要な問題を、実証の場「IIC テストベッド」を活用しながら解決していく。IIC は標準化団体ではなく、既存の標準に準拠した技術を活用する。IIC が定めた共通の参照アーキテクチャや技術的フレームワークをガイドラインとして使用して、革新的ソリューションの有効性や実現性を「IIC テストベッド」による検証する。これらの活動を通して既存標準の更新に必要性が明らかになった場合には、当該標準化団体への更新提案を行う。

(1) 組織構成

IIC には Steering Committee の下に、19 の WG および Team が7つの領域に渡って設置されている。

- ✓ Business strategy and solution lifecycle WG (リーダーシップ : Huawei、Bosch、Fujitsu)
- ✓ Liaison WG (リーダーシップ : Cisco、Huawei)
- ✓ Marketing WG (リーダーシップ : Belden、XMPro)
- ✓ Security WG (リーダーシップ : Fujitsu、Intel、RTI 他)
- ✓ Technology WG
- ✓ Testbed WG (Staff Chair: IIC)

テストベッド WG では、テストベッド提案を short/medium/long-term の三種類のプロジェクトに分類している。

第一分類 long-term :IoT の先端技術、先進分野の実験・検証のための TestBed

第二分類 mid-term : 事業新規売り上げ、新規 Business 創造に焦点を当てた TestBed

第三分類 short-term : 既存の System、事業 Model に対する IoT 関連技術の適用による生産性

向上、効率化を目指す **TestBed Project**。
現在の **Project** のほとんどは第三分類と言える

Testbed による試験成果の評価尺度と活用

(イノベーションについて)

- どのようなイノベーションが実現できたか？産業界へのインパクトはあったか？
- どのような活用事例を習得できたか？

(標準化について)

- どのような標準を実装したか？その目的は？
- どのような標準が **Testbed** に影響を与えたか？開発したのはどの標準化機関か？
- 将来の標準化に向けて、どのような **Gap** が明らかにされたか？

(参照技術)

- どのような変更を **IIC** 技術参照文書に加えるべきか？
- **Testbed** は **IIC** 技術参照文書にどのような影響を与えたか？

3.1.4.2 AIOTI (Alliance for IoT Innovation-AIOTI)

AIOTI は欧州において IoT エコシステムを構築し、先行するバーティカルな IoT アプリケーション間に立ちほだかるサイロを砕くために 2015 年 3 月に欧州委員会配下の非公式グループとして設置され、2016 年 9 月にはベルギー法に基づく **Association** となった。AIOTI は標準化機関 (SDO) ではない。AIOTI は政策サポートおよび IoT エコシステムと欧州委員会間の対話のための重要なツールとなることを目指している。AIOTI は **IoT European Research Cluster(IERC)**の活動をベースに、産業間を跨るイノベーションに向けての活動へも拡張する。また、IoT 普及を阻害する法的問題について議論する機会を提供し、コンセンサスを目指す。AIOTI は欧州委員会が将来の IoT 研究およびイノベーション、標準化、ポリシーを準備するのを支援する。

- 実装の推進
- IoT の普及
- IoT エコシステム
- H2020 大規模パイロット

(注) 日本の IoT 推進コンソーシアムと 2017 年 3 月 20 日にハノーバ見本市 CEBIT 会場にて日欧 IoT 分野の協力に係る MoU を締結している。

(1) 組織構成

General Assembly (メンバによる決定権限を有す)

Steering Group (WG 議長、欧州委員会、中小企業代表により構成)

Management Board

WG01: IoT European research cluster
WG02: Innovation Ecosystems
WG03: IoT Standardization
WG04: Policy issues
WG05: Smart living environments for ageing well
WG06: Smart farming and food security
WG07: Wearables
WG08: Smart cities
WG09: Smart mobility
WG10: Smart environment/smart water management
WG11: Smart manufacturing
WG12: Energy
WG13: Buildings

(2) AIOTI 活動内容

先行するバーティカル IoT アプリケーションエリア間に存在するサイロを取り壊すのに役立つ、異なる産業分野間で共有できる参照アーキテクチャのベースとなる参照モデルについての検討を行う。

検討範囲：IoT Large Scale Pilot のための関連文書を作成する。その際、各 SDO、コンソーシアム、アライアンスが作成した制定済み/制定中の IoT アーキテクチャを参照し、勧告を準備する。IoT アーキテクチャについてのギャップ分析結果、課題などについても勧告を行う。2015 年 6 月から 9 月の期間に以下の勧告セットの作成を目標とした。

- ・ IOT 標準化とオープンソースの状況
- ・ IoT 参照アーキテクチャ
- ・ セマンティック・インタオペラビリティ

(3) AIOTI および大規模パイロット (LSPs)

以下の 5 件の欧州委員会 H2020 IoT 大規模パイロットプロジェクトが、総予算 100 百万ユーロの予算で 2017 年 1 月にキックオフしている。

- ・ Smart Living for aging well
- ・ Smart Farming and Food Security
- ・ Wearables for Smart Ecosystems
- ・ Reference zones in EU Cities
- ・ Autonomous vehicles in a connected environment

また、2017 年 6 月 30 日開催された第 2 回 AIOTI 総会では AIOTI 2017-2021 戦略が採択され

た。

3.1.5 IoT 関連フォーラム活動の動向について

本項では、上記のフォーラムに加えて、個別票を作成した EnOcean、 Z-Wave Alliance の情報も加えて、IoT 関連フォーラム活動の動向を分析する。IoT 関連フォーラム活動の分析を行った。

3.1.5.1 対象とするユースケース

IoT エリアネットワーク関連標準化フォーラム (EnOcean、 THREAD、 Wi-SUN Alliance、 ZigBee Alliance、 Z-Wave Alliance) は、近距離無線方式の採用を前提としているため、ユースケースとしてはホームネットワークやオフィスネットワーク等に限定される。一方、これより広がりをもつ広域網への適用をねらった LoRa Alliance では Smart Home に加えて Smart Parking 等の分野へも適用領域が広がる。

一方、IoT サービスレイヤ標準化を含むフォーラムでは、使用するアクセス層の伝送方式についての制限はないものの、OCF では Smart Home, Smart Office, Smart Factory といった宅内を中心とした利用を前提としているが、oneM2M の方では、広域網での利用も前提にしたユースケースに対応しており、Energy, Enterprise, Retail, Transport を含む領域での利用が可能となっている。

表 3-1 (付録 2-2 表 5.1) 今回調査した IoT 関連標準化フォーラムが対象とするユースケース

フォーラム名	EnOcean	THREAD	Wi-SUN Alliance	Zigbee Alliance	Z-Wave Alliance
ユースケース	smart house, building automation	home network	smart utility network, home area network, field area network	smart energy, smart grid	Home automation, sensor network
アクセス網	ISO/IEC 14543-3-1X	IEEE802.15.4	IEEE802.15.4g	IEEE802.15.4	ITU-T G.9959

フォーラム名	LoRa Alliance (広域網)	OCF	oneM2M
ユースケース	smart home, smart parking, smart farming, smart lighting	smart home, smart office, smart factory, e-health	energy, enterprise, healthcare, public service, residential, retail, transport
アクセス網	LoRa スペクトル拡散変調方式	制限なし	制限なし

3.1.5.2 LPWA 関係フォーラムの登場とセルラー系 LPWA (3GPP)

これまでホームエリアネットワークを対象とする多くのフォーラムが設立され、標準が制定され、製品も普及してきている。ところが、最近になってホームエリアネットワークを超えて、より広範囲に通信可能で低電力消費の無線技術 (非ライセンスバンドを利用した独自の通信方式) に基づくフォーラムへの注目度が高まっている。これらの代表格として LoRa Alliance や Sigfox がある。

一方、携帯電話やスマートフォンによる通話やモバイルインターネット等のサービスを提供している各国モバイルオペレータが採用する技術標準を開発してきた 3GPP においても IoT を対象とした LTE ベースの無線技術の標準化 (ライセンスバンドを利用) を行い、NB-IoT 無線方式 (Narrow Band-IoT) (数 10kbps 程度の速度) の標準化が Release13 (2016 年 6 月) で制定され、多くのモバイルオペレータによる本技術の採用が進みつつある。3GPP ではさらに双方向通信に適した新たな無線技術 LTE-M (1Mbps 程度の速度) の標準化も行っており、主に北米で導入の動きがある。モバイルオペレータが提供する NB-IoT や LTE-M では、非セルラー系 LPWA と比較して、迅速な面的なサービス提供が可能となることが期待されている。

ロンドンに拠点を置く GSMA では 3GPP 系の LPWA 方式である NB-IoT と LTE-M の普及促進活動を Mobile IoT Initiatives の名称で 2015 年 8 月から開始している。

現在は非セルラー系 LPWA である LoRa Alliance、Sigfox の導入が先行しているが、セルラー系 LPWA である 3GPP NB-IoT や LTE-M も急速に普及していくことが予想され、競合関係にはいつていくと考えられる。このため、それぞれの利用者毎のユースケース、性能要求条件に最も適合する LPWA 方式 (セルラー系、非セルラー系) が採用されていくものと考えられる。

3.1.5.3 メンバ数から見た傾向

IoT に関係する主要なフォーラムのメンバ数について、ここ 5 年程の情報を図 3-4 にまとめてみた。これらは公表されている数字ではなく、TTC で毎年収集してきたデータを整理し直したものである。IoT エリアネットワーク標準化団体の中で、ZigBee Alliance は約 400 社弱、EnOcean も 430 と多数のメンバを抱えている。一方、LPWA の LoRa Alliance は 2 年目ですでに 420 社を超えており、今後もさらに増加していくものと注目される。

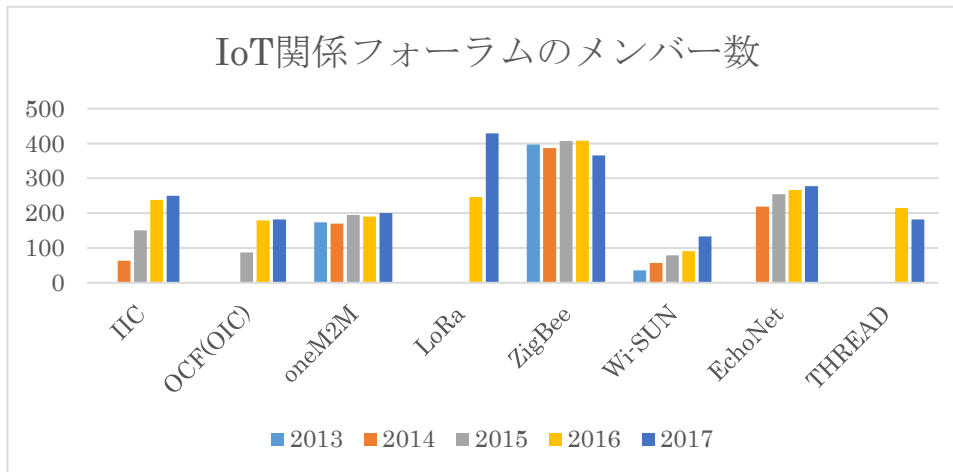


図 3-4 (付録 2-2 図 5.2) IoT 関係フォーラムメンバー数の推移

IoT エリアネットワーク関係フォーラムに限定されず、一般的にフォーラム活動では中心となる技術の標準化や製品普及を図りたいと考える企業が中心となり推進を行っている。これらは Promoter メンバ、Sponsor メンバ、Premium メンバ等と呼ばれ、数千万円規模の会費を負担し、かつ運営全体のリードする役割を負っている。

IoT エリアネットワーク関係のフォーラムには、標準化に参加はできないが、標準化された仕様を実装し販売する製品に、標準への適合性を証明するためのロゴマーク使用が許可される比較的安価な会費のメンバクラスが設けられていることが多く、Adopter クラス等の名称が与えられている。表 3-2 では、全メンバ数に対する、Adopter の割合を示すが、ZigBee Alliance と Lora Alliance でこの比率が高いことが分かる。これらのフォーラムでは、活動全体の中で標準化のフェーズが一段落し、普及・促進活動の比重が高まっているのがその理由であると想定される。

表 3-2 (付録 2-2 表 5.3) IoT エリアネットワーク関係フォーラムにおけるメンバーシップクラスの構成

	ZigBee	EnOcean	Z-Wave	LoRA
全てのメンバ	366	430	568	429
経営・運営の主体	Promoter 16 社 55,000\$	Promoter 8 社 35,000+\$	Principal 9 社 30,000\$	Sponsor 19 社 50,000\$
標準化活動参加	Participants (WG 寄与可) 104 社 9,900\$	Participants (WG 寄与可) 179 社 6,000\$	Full Member (製品開発、製造等) 258 社	Contributor (WG 寄与可) 44 社 20,000\$

			4,000\$	
製品の認証とロゴ使用	Adopter (認証、ロゴ使用可) 246 社 4,000\$			Adopter (認証、ロゴ使用可) 331 社 3,000\$
		Associates (コントラクター等) 243 社 500\$	Affiliate 98 社 400\$ Integrator 203 社 250\$	
Adopter の割合	67%			77%

3.1.5.4 仕様適合性確認試験と認証プログラム

IoT 関係のフォーラムのほとんどが、仕様適合性確認試験を実施し認証制度を設けている。制定した標準に基づいて開発した製品同士の相互接続されることは製品普及の前提条件であり、これら IoT 関係フォーラムが標準化、実装、規格適合性確認試験、認証付与という一連のサイクルをうまく回し、ビジネスとして成功していることを示していると考えられる。

表 3-3 (付録 2-2 表 5.4) IoT エリアネットワーク関係フォーラムにおける認証制度

	認証制度	認証を受けた製品
ZigBee Alliance	認証プログラムあり	ZigBee Home Automation Product 350 ZigBee Light Link Products 403 ZigBee Smart Energy Products 490 ZigBee 3.0 Products 20
THREAD	認証プログラムあり	<ul style="list-style-type: none"> ・ ARM mbed OS (NXP FRDM-K64F + Atmel ATZB-RF-233) ・ NXP Kinetis Thread Stack (KW2xD) ・ NXP Kinetis Thread Stack (KW41Z/21Z) ・ OpenThread (TI CC2538) ・ Silicon Labs Mighty Gecko SoC (EFR32MG12X) ・ Silicon Labs Thread stack (EM35x) EM35x (System-on-Chip (SoC) / Network Co-Processor (NCP) for zigbee®)

LoRa Alliance	認証プログラムあり (LoRaWAN 規格)	54 種類 (デバイス、モジュール、チップ等)
Z-Wave	認証プログラムあり	Lighting Device, Computer Controller Interface, Energy Meter, Gateway Controller, Sensors 等、約 2100 製品
Wi-SUN Alliance	認証プログラムあり	PHY, ECHONET RouteB、ECHONET HAN のカテゴリに多数。116 製品。
EnOcean	認証プログラムあり Certification Level 2.0 Certification Level 3.0	Lighting, Temperature, Air Quality, Position Sensor, Safety, Smart Metering 等多数
OCF	認証プログラムあり	OCF として 10 製品、AllJoyn として 44 製品。

3.1.5.5 IoT 関係フォーラムとオープンソースソフトウェアとの関係

多くの IoT 標準化団体において、制定する標準に対して、その標準に準拠したオープンソースプログラムが別な組織/団体により開発され、無償で利用可能となっている。

例えば、プラットフォームを含む標準化を行っている OCF では、IoTivity というオープンソースプログラム開発団体を財政的に支援することにより、標準準拠製品の開発とその普及を支援している。OCF の場合、標準作成のための IPR ポリシーが RF (Royalty Free) となっているため、オープンソースソフトウェア開発において前提となる無償の著作権ライセンスポリシーとの整合性が高いと考えられる。

(1) IoT 関係フォーラムのオープンソースプログラム開発プロジェクトで採用されているオープンソース著作権ライセンス

各 IoT 標準化フォーラムが制定する標準のオープンソースを開発している団体とオープンソース著作権ライセンスの関係を表 3-4 に整理した。ほとんどの IoT エリアネットワークに関する標準化フォーラムについて、制定している標準に準拠するオープンソースソフトウェア開発団体が結成され、開発が進められている実態が把握できる。この際、採用されている著作権ライセンスは、上記で述べた Apache2.0 ライセンス、BSD ライセンスに加え、GPL (General Public) ライセンス、MIT ライセンスも含まれており多種多様である。

オープンソースソフトウェアの無償提供は、ベンダの開発意欲を高める役割を果たしており、製品開発やその普及に大きな役割を果たしていると考えられる。ただし、特許については RAND 条件としているものも多く、技術開発に要した費用は特許料により回収できる構造となっている。一方、LPWA の LoRa Alliance では特許についてはロイヤルティフリー (RF) としている。

LoRa Alliance の場合は、普及のスピードアップを重視していることが窺われ、その背景としては、グローバルカバレッジが保証されている 3GPP の NB-IoT/LTE-M が今後本格的に普及していくものと予想されているため、これらのセルラー系 LPWA が普及する前に、市場への普及度を高めておきたいという戦略があるのではないかと推測される。

表 3-4 (付録 2-2 表 5.5) IoT 標準化フォーラムと OSS ライセンス

	特許ライセンス	OSS ライセンス	オープンソースソフトウェア
ZigBee Alliance	RAND	GPL ライセンス	DSR Corporation、ClarIDY 及び UBEC は ZBOSS™: the ZigBee® Open Source Stack を作成。機能拡張した ZBOSS2.0 も提供。
THREAD	RAND-RF	BSD3-clause ライセンス	Nest により、2016 年 5 月にコネクテッドホーム用ネットワークプロトコル Thread のオープンソース実装「OpenThread」が公開されている。コネクテッドホーム用製品の開発を促進することが狙い。
LoRa Alliance	Royalty Free	MIT ライセンス	“Lora App Server”, “LoRa Gateway Bridge”, “LoRa Server”等のオープンソースコードが CableLabs 等のスポンサーにより提供されている。
OCF	Royalty Free	Apache2.0 ライセンス	IoTivity Release1.3.0

3.1.5.6 フォーラム間連携の動き

フォーラム間連携の形態については以下のような 3 つのタイプがあると考えられる。

- ① MoU 等の公式なリエゾン関係を締結して、協力する事項やコンタクト先、それぞれの IPR ポリシー (特許、著作権等) を確認し合うもの。この場合、共同活動を通じて、標準化作業範囲の重複を未然に回避するねらいもある。
- ② 公式なリエゾン関係は締結せずに、お互いの標準化の進捗状況を定期的に報告し合い、コメントを求めるもの。自分の活動内容を相手方に通知し、相手方による同様の標準化活動開始を未然に防止する狙いもある。
- ③ 標準化の対象とする IoT エリアネットワークの機能レイヤが異なっていることから、相

互に補完的な関係が築けるため、共同のマーケティング活動が可能な関係。
 上記、③の例として、IoT エリアネットワークに関わるフォーラムでは、物理レイヤ、MAC
 レイヤ部分を規定しているものが多い。このため、例えばプラットフォームレイヤ部分の
 標準化を行っている団体との間では補完的な関係が構築できるため、Win-Win の関係を目指
 す動きがある。例えば、共通プラットフォームの標準化を行っている oneM2M とネットワ
 ークレイヤ/トランスポートレイヤまでの標準化を行っている THREAD グループとはより
 緊密な連携に向けた動きがある (2017 年 7 月 ATIS Industry Day プレスリリース)。図 3-5 は
 付録 2-2 第 1 章の図 1.2 と同じ図であるが、このような連携の可能性を示しているものであ
 る。

一方、IoT エリアネットワークの中には、独自に上位のプロファイルまで規定して、利用者
 がその団体の標準だけでエンドーエンドの通信を可能にするような動きもある。
 この例としては、ZigBee Alliance が制定している ZigBee Smart Energy 等がある。

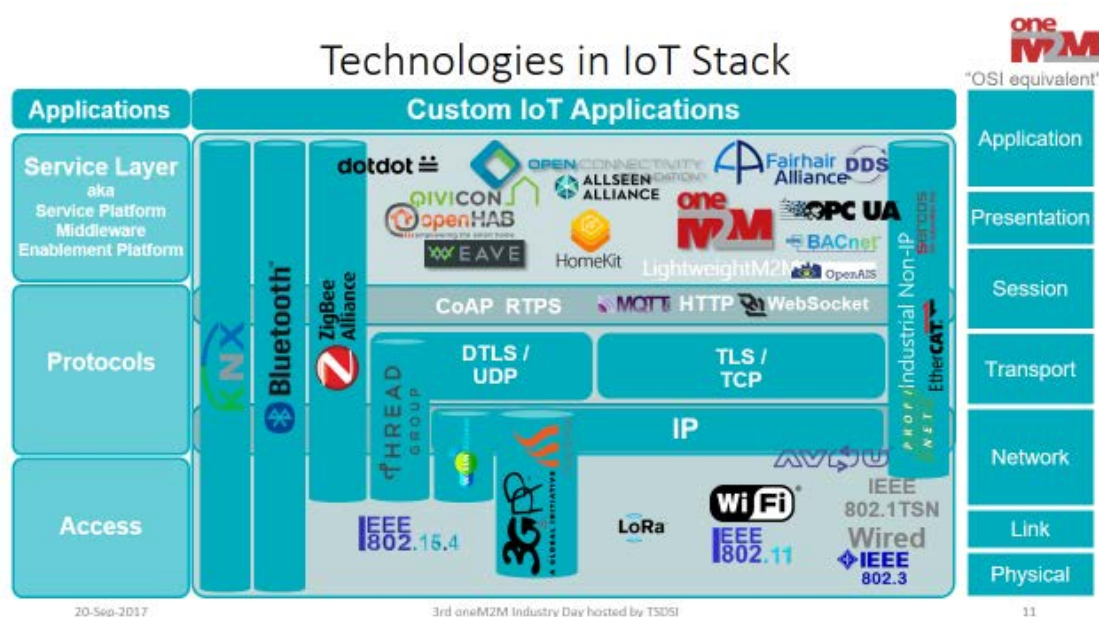


図 3-5 (付録 2-2 図 5.4) 各 IoT 標準化フォーラムがカバーするレイヤ構成
 (出典) ATIS Industry day (2017.07.12) Josef Blanz 氏 (Qualcomm) 講演から

3.1.5.7 IoT/M2M の普及促進団体の日米欧比較

米国を中心に IIC が 2014 年 3 月に設立され、欧州では AIOTI が 2015 年 3 月に欧州委員会
 配下の非公式グループとして設置され、2016 年 9 月にはベルギー法に基づく Association と
 なった。日本でも 2015 年 10 月、ビッグデータ、人工知能等の技術を産学官での利活用を
 促進するために IoT 推進コンソーシアムが設立されている。IoT 推進コンソーシアムは 2016
 年 10 月に IIC と MoU を締結し、AIOTI とは 2017 年 3 月に MoU を締結し、国際連携の強

化を進めている。

これらの組織は IoT の今後の普及を睨んで、ほぼ同じタイミングで設置されたものであるが、その事業目的には特徴がある。IIC はテストベットの構築を促進することを主な事業としている。ただし、IIC としてテストベット構築のために資金的援助は行っていない。Founder および Contributing メンバの会費は\$150,000 となっており、会員数は約 240 社。

一方、AIOTI は IoT に関連するデジュールおよび民間フォーラムの活動状況を分析した上で、重要な IoT 関連プロジェクトへの技術開発資金を提供している。総予算 1 億ユーロの予算で 2017 年 1 月にキックオフしている。AIOTI の会員数は約 200 社。

日本の IoT 推進コンソーシアムは、当面、会費を無料としており、法人会員数は 3,000 社を超えている (2017 年 6 月現在)。先進的モデル事業推進 WG (IoT 推進ラボ) では、①資金支援、②規制支援 (規制の見直し、ルール形成)、③企業連携支援を通じて先進的なプロジェクトの支援を行っている。また、テストベッド実証のための共通プラットフォームの策定・形成も目指している。

3.1.6 IoT World Forum 2017 講演内容からみる IoT の傾向

前項までの Web による IoT 関係フォーラムの傾向分析を補完する目的で、IoT World Forum (London 2017.11.15-16) に参加し、グローバルベンダ、欧州オペレータ、クラウド提供を含むソリューション開発業者等の IoT への取組に関する最新情報を収集したので、そこでの講演内容からみた最新の IoT の傾向について報告する。

- ・ イベント名 IoT World Forum 2017
- ・ 開催場所 英国 London 市 Kensington Conference Centre
- ・ 主催者 World Media Online Ltd
- ・ 参加者 約 250 名
- ・ Platinum スポンサー Siemens, GE, IEEE-SA
- ・ Gold スポンサー Flexera, TELE2, Cumulocity

今回の講演者を主なビジネス領域で分類すると以下のようになる。

主要なビジネス領域	講演企業
IoT ソリューション/アプリケーション開発業者	SALESFORCE、FLEXERA、TELE2 IoT、Cumulocity、SAP、ARMORED THINGS
IoT 通信オペレータ (ネットワークオペレータ)	ORANGE、BT、WND UK
IoT グローバルベンダ	CISCO、ERICSSON、GE、SIEMENS、BOSCH、SONY ELECTRONICS、ABB
標準化機関	IEEE-SA
SIM 関係	SIMalliance、ESEYE

今回のイベントで特筆されるキーワードは“**Digital Transformation**”であった。現在日本を始め、IoTがキーワードとなっているが、現在全世界を大きく動かしているのは、デジタル社会実現に向けて、新たな**Digital** ビジネスの仕組みを再構築する **Transformation** への動きであり、それを可能とするものがIoTプラットフォームであるという認識である。このビジネスの仕組みにおいては、①低廉化してふんだんに配置できるセンサを始めとするエンドデバイス群、②情報のデジタル化、③クラウドによるサーバリソース、④デバイスゲートウェイとクラウドを結びつける高速なインターネット接続が重要なネットワーク構成要素となっており、この上で⑤ビッグデータやAIが活用されていく。

CISCO、SIEMENS、ERICSSON などの大手グローバルベンダはそのような新たなビジネスの仕組みへの変革を見据えて、そこで自分が果たすべき役割についての戦略を練っている。一方、SALESFORCE 等のIoTソリューション/アプリケーション開発業者も、IoTプラットフォームを利用して、顧客のユースケースやニーズに基づきそのビジネスを実現するためのアプリケーション開発を行う体制を整えつつある。

また、この様な新たなデジタル社会におけるビジネスの構築においては、これを単一企業で進めることが、もはや不可能であるとの認識はすべての講演者の口から聞かれた。このため、通信インフラを提供するオペレータやグローバルベンダ、センサを搭載したデバイス開発ベンダ、クラウド環境も提供可能なアプリケーション開発業者が連携して顧客企業の要望するビジネスを実現するソリューションを提供することが不可欠となりつつあり、まさにこの様な動きが顕在化しつつある。今回の講演では、どの分野でどのパートナーとの連携を進めるかということパートナー化の重要性も強調されていた。

さらに、このような“**Digital Transformation**”により実現される社会において顧客企業が求めるのは自社のサービス展開に必要なIoTプラットフォーム開発およびその利活用についての戦略案の提示 (オペレータ/グローバルベンダ/ソリューション開発業者等による) であり、採用する実現技術は選択肢として複数存在すれば良いという考え方も示された。このような社会において、採用した技術が10年間使い続けられることは必ずしも前提とされず、迅速なビジネス立ち上げを実現し、そのときどきの最善のコンポーネント (デバイス、ネットワーク、クラウド等) に取り換え可能なシステム構築が求められるとの考えも示された。

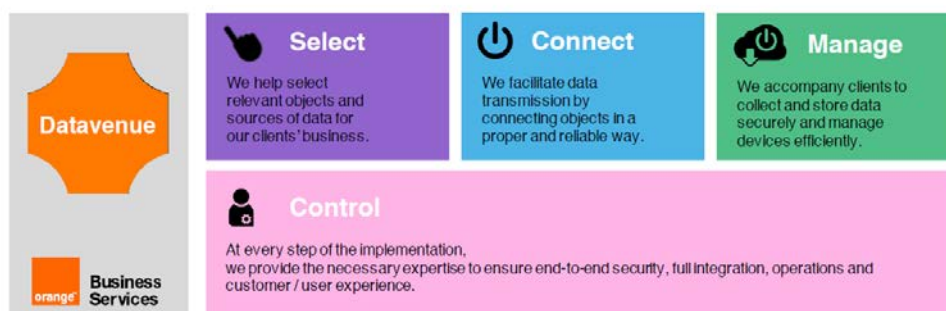
今回のイベントでの講演企業の意図として、IoTプラットフォームを構築し、“**Digital Transformation**”への動きをより加速化するようユーザ企業も巻き込んだ流れを早期に築き上げたとの思いがあったのではないだろうか。

① **ORANGE** “*Emerging IoT Business Opportunity*”

- ✓ Connectivity について、LPWA 分野では LoRa と LTE-M を、広域分野ではセルラー網 (2G/3G/4G) を採用
- ✓ デバイス製造業者とのパートナーシッププログラム (LoRa デバイス認証プロセス等)
- ✓ 4つの IoT プラットフォーム構成要素 (Select、Connect、Manage、Control) 毎にパートナーとエコシステムを構築する。 Connect については Ericsson、China Telecom、LoRa Alliance 等と協業。Manage については Microsoft Azure 等との協業を推進。

But connectivity is not enough...

With Datavenue, Orange offers a flexible and modular solution, based on industrialized components



7

図 3-6 (付録 2-2 図 6.1) Orange は 4 つ IoT プラットフォーム構成要素毎にパートナーとのエコシステムを構築

(出典) 2017 年 11 月 15 日 IoT World Forum London 講演資料から

- ✓ IoT プラットフォームとして FIWARE をサポート
- ✓ ORANGE は企業通信サービスのリーダーとしてだけでなく、プロフェッショナルなサービスプロバイダ、ソリューションインテグレイター、デジタルイノベーションの主要プレーヤーとして、世界規模の Digital Transformation 実現なパートナーとなる。

② ERICSSON “IoT Ecosystems”

- ✓ ビジネスモデルの大きな変革
- ✓ IoT 戦略ポジションは application & value-added services 領域、Platform 領域、connectivity & network 領域、devices 領域の各領域でエコシステム構築
- ✓ デバイスベンダー (標準化、相互接続テスト、商用サービスと認証) およびアプリケーション開発業者 (標準化、Marketplace & API 統合、アプリテスト等) とのパートナー化
- ✓ Standardization is our core (3GPP, IIC 等) 標準化の重視
- ✓ アプリ利用者に 2G から 5G までのシームレスな体験を提供

ERICSSON IOT STRATEGIC POSITION

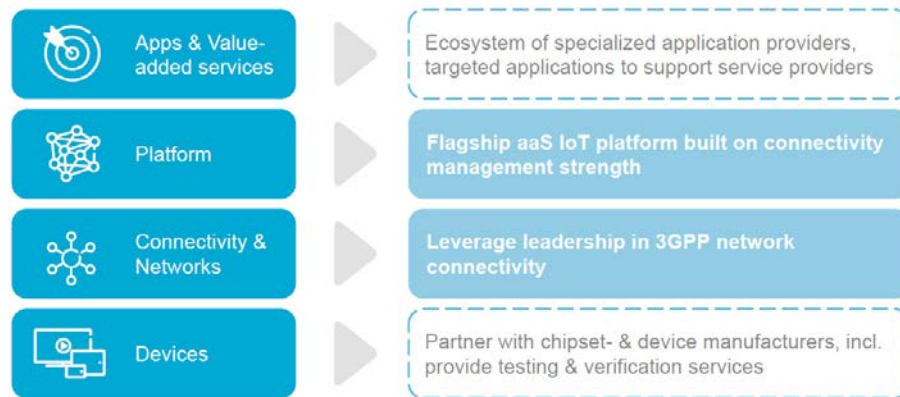


図 3-7 (付録 2-2 図 6.3) ERICSSON の IoT 戦略 (パートナー関係構築)

(出典) 2017 年 11 月 16 日 IoT World Forum London 講演から

(今後のどの業種がイニシアチブを取っていくか?)

上記の講演からは、顧客との強いパイプを持つネットワークオペレータ、ネットワーク機器分野で世界的に大きなシェアを有するグローバルベンダ、クラウドサービスをベースにソリューション開発能力を持つ OTT (Over the top) 等のそれぞれが、自分の事業領域を補完する事業領域を得意とするパートナーと連携することにより、顧客の要望に対する元受けとなり、全体のシステム構築にイニシアチブをとろうとしているように思える。今後とも、事業領域を超えた競争の動きから目が離せない。

3.1.7 CES2018 から見える IoT の新たなトレンド

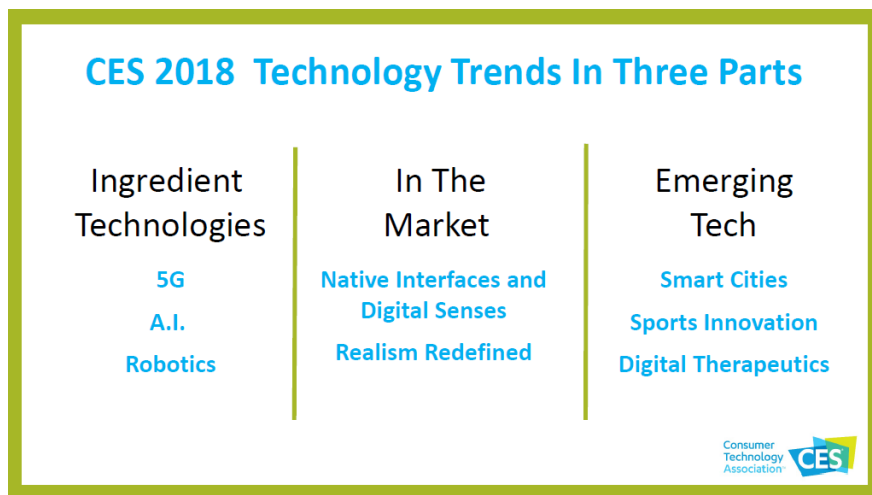
IoT に関連するコンシューマデバイスを含めた最新技術や製品化の傾向を把握するために、2018 年 1 月 9 日から 12 日までの期間、米国 Las Vegas で開催された CES2018 に参加した。CES2018 は世界最大規模のコンシューマ家電/IT の展示会であり、出展企業数は約 4 千、総入場者数は 18 万人であった。



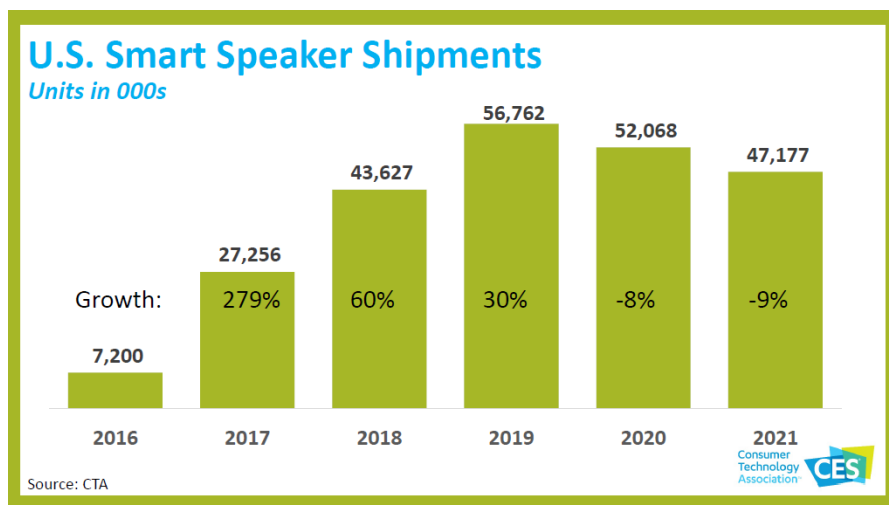
3.1.7.1 出展製品からみるコンシューマデバイスに関する最新技術と傾向

(CES2018 主催者 CTA Senior Vice President Steve Koenig 氏の講演から)

2017 年は、“Connection Era”の名前が示す通り、Connectivity が重要なテーマであったが、今年の展示を見てみると 5G、AI、Robotics、Smart City との強い関係性からデータの時代 “Data Era” に突入したことが第一に挙げられた。

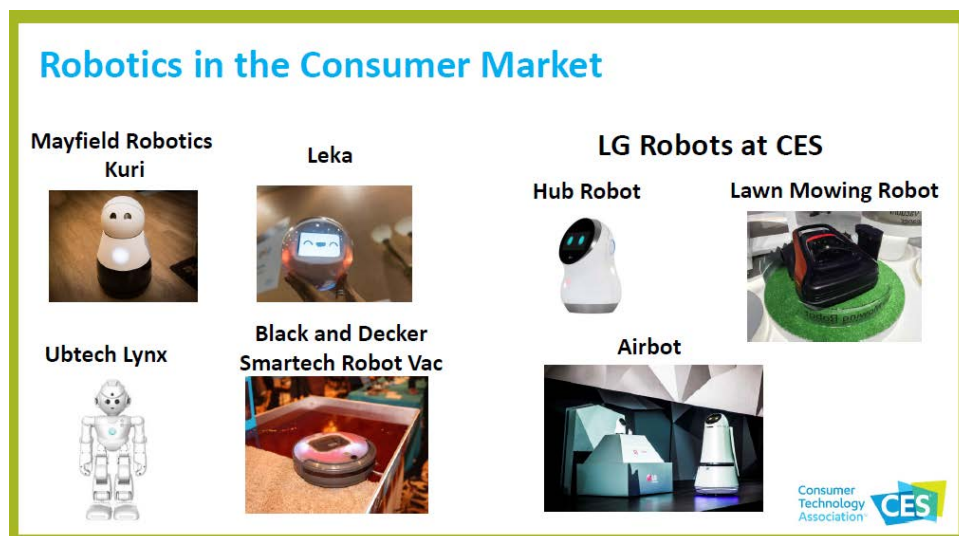


近く登場する **5G** が、その高速性、大容量性、低遅延性により、Automotive、Industry、Health Care、AR/VR 等の新たなソリューションを可能にする。**AI** については、様々な AI 組み込み技術により社会的なインパクトを与えることが期待される。昨年 10 月の統計で、米国家庭への Smart Speaker の普及率は 15% を既に超えている。



自動車への AI の導入 (smart perception/data processing/action) も始まっている。Intel の展示が注目される。今後の AI の課題として会話コンテキストの増大があると考えられる。また、会話から関係性構築への拡張も課題であり、Amazon の Alexa から Toshiba の Aiko のような流れを期待。

Robotics 分野では、Blue Frog Robotics 社の BUDDY、Kuri、Honda の ASIMO に注目。



Digital Sense and digital recognition 分野の出展も増えている。四つ目の販売チャネルとして Voice shopping にも注目。セキュリティニーズの高まりを受け、指紋認証以外にも顔認証、Samsung Galaxy S8 の Iris (虹彩) スキャンの登場が特筆される。

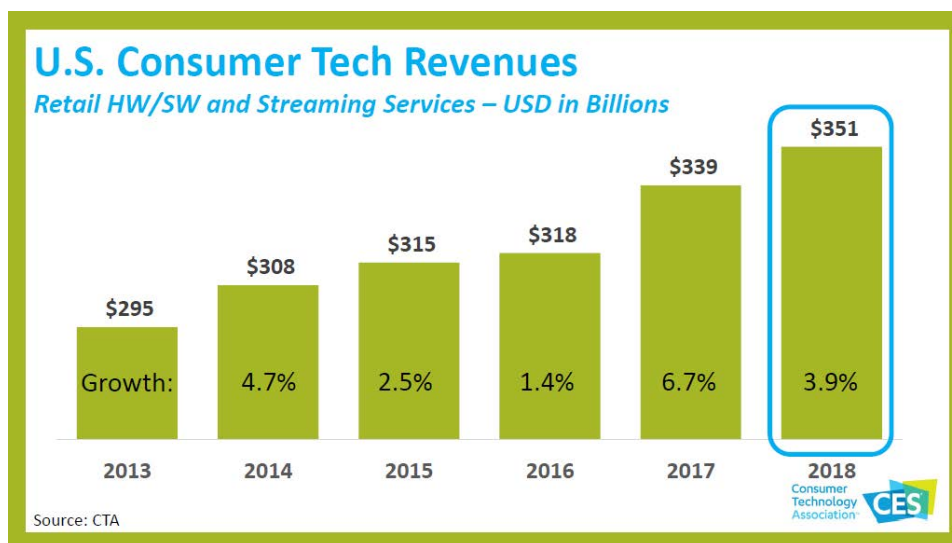
VR&AR 分野も進展し、ユースケースとしてトレーニングと医療支援、宅内エンタテインメ

ント、屋外エンタテインメントの分野に拡大している。Lenovo の Mirage AR Headset、Vuzix の Alexa-enabled AR Glass 等。AR/VR はスポーツ分野へも普及している。AR は医療、製造業、運輸などの多くの分野での業務効率化の成果を上げつつある。

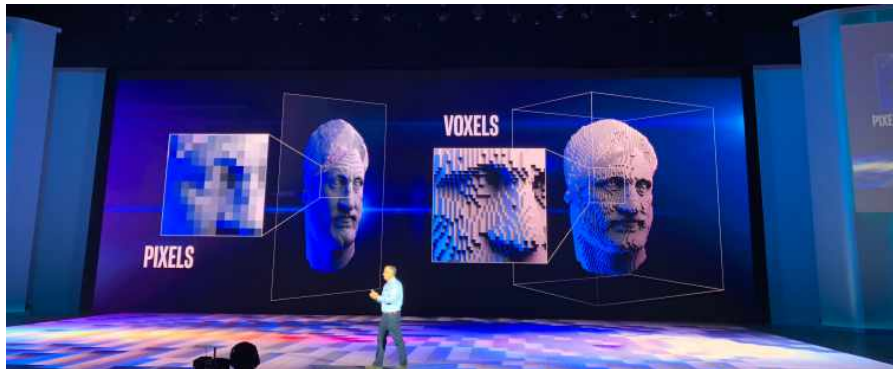


Smart City については、市場ベース、団体ベース、政治的リーダーシップによるものなどがあるが、それぞれ大きな課題を含んでいる。Smart City の定義は定まっていないが、米国や欧州での実現例を見ると、比較的小都市から導入が始まっている模様。特に、欧州では環境保護、エネルギー保護に焦点が当てられている。

その他、Sports Innovation や Digital Therapeutics 分野の出展もある。最後に、まとめとして米国コンシューマ技術製品の売り上げと利益は引き続き堅調に伸びていると述べた。



3.1.7.2 Intel 社 CEO Brian Krzanich 氏の Keynote スピーチ “How data is shaping innovation of the future”から



冒頭、今こそデータの重要性を再認識すべき時代に突入していると述べた。

例えば、自動運転車両では 4TB/日、航空機では 40TB/日のデータを生成しており、瞬時の判断に利用されている。また、データは現在注目されている AI、Smart City、VR、自動運転等の技術分野で欠かすことのできない要素となっている。

・ Intel True VR について

Immersive media は販売、旅行、治療に欠かせない手段となっているが、Intel としてフットボールスタジアムなどに、複数のカメラを設置し、放映時のカメラ位置を変更することにより臨場感にあふれたスポーツ観戦を可能にしている。

・ Future of Intel

AI に適した Neuromorphic Computing (脳型コンピュータ) 技術を採用した自己学習型チップ LOIHI の開発。Quantum Computing 技術を用いたプロセッサ開発においても 49 キュービット (量子ビット) の量子チップを開発し、重要なブレークスルーを達成できたと考えている。本講演のタイトルとなっているデータの活用領域として以下のものを重要視している。

- **Data for autonomous car** (ステージ上で 24M Mobileye based driver vehicle デモを実施)
Sensing (車に複数のセンサと 12 台のカメラを設置)
New autonomous driving platform の開発。 EYEQ5/ATOM
Mapping is data Crowd-sourcing、HD マップの連続的更新
- **Volocopter** (ステージ上で飛行デモ)
人間が搭乗できる自動運転大型ドローン。Air Taxi の実現を目指す。バッテリー駆動。

“Technology delivers infinite possibility” 技術は無限の可能性を実現できる

最後にステージ上で 100 台の超小型ドローン“Shooting Star Mini Drone” (一般販売はしていない) を用いたプログラム化された編隊飛行のデモを行った

3.1.7.3 AI 音声スピーカの主導権をめぐる激しい主導権争い

昨年の CES2017 において Amazon が音声アシスタント機能 Alexa を発表して 1 年が経過し、CES2018 では Alexa を介して音声で制御できる家電の展示が大きく増加しているのが特徴である。また、この動きに対抗して、Google 陣営は“Hey Google”をキャッチフレーズにして、OS として Android を導入しているスマートフォンベンダーを中心に連携の輪を急速に拡大し、“Google assistance”の名称で、音声アシスタンスサービスの普及を戦略的に拡大しようとしている姿が印象的であった。



Las Vegas の中心部のネオンサインや街を走るモノレールの外装にも同じデザインのキャッチフレーズを掲示し、認知度の向上に必死に務めている姿が特徴的であった。

Google は Huawei、LG、Sony の報道発表にも協力登壇し、Google assistance の有用性をマスコミ関係者他にアピールしていた。

この音声アシスタンスへの関心の高まりに合わせて、Smart Home Network への関心も高まってきたようである。複数の家電製造メーカーで、Alexa と Google assistance のどちらでも制御可能な製品も複数出展されていた。

スマートスピーカの普及については Amazon の Alexa がリードしている状況が報じられているが、まだ本格的普及に向けた初期段階であると考えられるため、実際の勝負はこれからになると考えられる。Google は家電メーカーとの連携をさらに強化して Google assistance の普及を図っていく計画のようである。



	
<p>Amazon、Apple、Google の 3 種類の音声アシスタンスサービスに対応可能な家電も</p>	<p>SONY のスマートスピーカーデモでも Google Assistance 採用をアピール</p>

3.1.7.4 CES から見たトレンドのまとめ

今年の CES の展示や講演では AI の活用をアピールするものが多かった、特に、ホームネット分野では Amazon Alexa や Google Home による音声スピーカに対応可能な家電製品が数多く登場し、Smart Home の再ブームが起りつつあることが確認できた。このほか、Robot、Health Care、Smart City、自動運転などの分野でも AI の活用が具体化してきている。

今回開催前日の Keynote スピーチを行った Intel 社は AI 革命時代への突入を見据えて、将来技術による新たな体験を作り出すために、データの活用重要性を訴えた。近年の AI、5G 接続、自動運転、VR 技術の進展により、いかにデータが我々の日常生活を transform する可能性を秘めているかを今回の 90 分に及ぶスピーチで示してくれた。最終的にはこれら大量データを処理・分析するための新たなプロセッサ開発が必要となるため、彼らの本来ビジネスであるコンピュータ技術開発へとうまくつながるものと考えられる。

3.1.8 まとめ

今回のフォーラム概要調査では、IoT 関係を含む 56 件のフォーラムについて、それぞれのフォーラム単位に、Web 上で公表されている情報をもとに個別調査票を作成し、そのフォーラムの活動目的、組織構成、参加資格と会費、主要メンバ、他団体・組織との関係、TTC 活動との関係性、活動状況、設立時期、本部所在地、関連標準化技術、等について、辞書的に検索・活用できるようにした。

本報告書では、調査したフォーラムの中からポイントになるものを記載している。調査全体は付録 2-2 を参照されたい。付録 2-2 の構成は次のとおりである。

付録 2-2 の 1 章から 4 章に記載している IoT 標準化関係フォーラムの活動状況の傾向分析パートでは、IoT 標準化関連フォーラムを以下の 3 つのカテゴリに分類し、個別調査票に記載した情報をさらに深く掘り下げ、認証手続き、IPR ポリシーまで含めた詳細な調査を行った。

- ① IoT サービスレイヤ標準化を含むフォーラム (OCF、oneM2M) 第 2 章
- ② IoT エリアネットワーク関係標準化フォーラム (ZigBee Alliance、THREAD、Wi-SUN

Alliance、LoRa Alliance) 第3章

③ IoT普及促進のための団体 (AIOTI、IIC) 第4章

5章の動向分析のパートでは以下の観点を中心に分析を試みた。対象とするユースケース、LPWA関係フォーラムの登場とセルラー敬LPWA、メンバ数から見た傾向、仕様適合性確認試験と認証、IoT関係フォーラムとオープンソースソフトウェアとの関係、フォーラム間連携の動き、IoT/M2Mの普及促進団体の日米欧比較。

さらに、6章では2017年11月に英国ロンドンで開催されたIoT World Forumで講演を行ったグローバルベンダ、欧州オペレータ、システムインテグレータの観点からとらえたIoTの傾向を調査した。

最後に第7章では、2018年1月9日-12の期間米国Las Vegasで開催された世界最大のコンシューマ技術展示会CESに参加して、直接利用者が手にする製品動向からみたIoTの傾向を調査した。特に、AI音声スピーカ、自動運転、5G等の最新技術動向を調査した。

3.2 詳細調査の概略

3.2.1 調査テーマと調査者等

選定された詳細調査の調査者（以下、「調査者」という）とその区分、調査テーマ、調査機関、技術分野の一覧は次のとおり。（調査者の敬称略）

調査テーマ	調査機関	参加会合	調査者 (区分)	調査者所 属
W3C TPAC2017 におけるメディアとエンターテインメント (旧ウェブと TV) に関する調査報告	W3C	・ TPAC2017		
W3C TPAC におけるウェブと IoT に関する調査報告	W3C	・ TPAC2017 ・ WoT F2F meeting(*1)		
TM Forum における共通プラットフォーム・マネジメント層や固定系 IoT に対する標準化動向、ビジネス動向の調査	TMForum	・ Action Week バンクーバー ・ Innovation InFocus2017		
デジタルサービスを実現する ICT 基盤プラットフォームの動向調査	TMForum	・ Action Week バンクーバー ・ Live! Asia (*1) ・ Action Week リスボン		
IETF におけるトランスポート関連技術の標準化活動の調査およびプレゼンスの維持に関する提案	IETF	・ IETF100(*3) ・ IETF101		
IETF が策定する国際化技術とそれらを活用する IoT 技術の動向調査	IETF (国際化技術関連 WG、IoT 技術への利用が期待される WG)	・ IETF100 ・ IETF101		
IETF ART エリアの標準化動向と IoT との関連性の調査	IETF	・ IETF100 ・ IETF101		
IoT 時代における IEEE802.15 での周波数有効利用に関する標準化推進および最新動向調査	IEEE (802.15 及び関連する Working Group)	・ IEEE802 Wireless Interim(9 月) ・ IEEE802 Plenary(11 月) ・ IEEE802 Wireless Interim(1 月) ・ IEEE802 Plenary(3 月)		
「5GHz 帯パイロット信号による干渉回避」および「無線 LAN の放送への活用」	IEEE (802.11 Working Group)	・ IEEE802 Wireless Interim(9 月) ・ IEEE802 Plenary(11 月) ・ IEEE802 Wireless Interim(1 月) ・ IEEE802 Plenary(3 月)		
AI 標準化動向調査	IEEE P7000	・ IEEE P7000		
スマートシティ標準化動向調査お	ITU-T SG20,	・ ASTAP-29		

個人情報であるため削除

よび提案活動	ASTAP	・ ITU-T SG20 (ASTAP-30(*2))	個人情報であるため 削除
データ利活用に関する標準化動向調査	ITU-T FG-DPM	・ 第2回 FG-DPM ・ 第3回 FG-DPM (第4回 FG-DPM(*2))	
IoT ネットワークにおける電源の安全対策、センサーネットワーク用直流接続部品の標準化動向調査	USB Implementers Forum	・ USB Developer Days	

(*1)計画していたが、開催日程とスケジュールが合わなかったため会合参加できなかった会合。会合資料や他の参加者より情報を入手し調査を実施した。

(*2)計画していたが、次年度5月開催となったため今年度調査対象としなかった。

(*3) IETF99 (7月) 会合情報を含め調査した。

3.2.2 情報通信審議会技術戦略委員会答申における標準化の重点領域・技術分野との関連

「新たな情報通信技術戦略の在り方」(平成26年諮問第22号)に対する情報通信審議会第2次中間答申(平成28年7月)で述べられている標準化の重点領域・技術分野に対しては、次のとおり概ねカバーすることができた。

重点領域	技術分野	調査機関
統合 ICT 基盤領域 (膨大な「モノ」を確実につなぐ共通基盤技術の標準化)	①物理ネットワーク層 □光ネットワーク ■無線アクセス ■その他 ・電源、直流給電	・ IEEE ・ USB Implementers Forum
	②共通プラットフォーム・マネジメント層 ■共通プラットフォーム ■ネットワークソフト化 ■セキュリティ・プライバシー ■その他 ・識別子の国際化技術	・ W3C ・ IETF ・ IEEE ・ TMForum ・ ITU-T SG20, FG-DPM ・ ASTAP
サービス/ビジネス領域 (共通基盤技術をベースに新ビジネス・サービスを創出するための標準化)	①固定系 IoT ■スマートホーム ■スマートシティ ■その他 ・ウェブと IoT ・データ利活用 ・ AI ELSI ・収集されたデータの分析基盤 ・Blockchain 他、新規サービス領域	・ W3C ・ IETF ・ IEEE ・ TMForum ・ USB Implementers Forum ・ ITU-T SG20, FG-DPM ・ ASTAP
	②移動系 IoT ■コネクテッド・カー ■スマートファクトリー	・ IETF ・ USB Implementers Forum
	③映像系 IoT □デジタルサイネージ □スマートテレビ	・ W3C

	■その他 ・メディアとエンターテイメント(旧ウェブとTV)	
--	----------------------------------	--

3.3 W3C に関する詳細調査の概略

3.3.1 組織概要

<p>目的</p>	<ul style="list-style-type: none"> W3C は Web に関する国際標準化団体 (コンソーシアム) である。1994 年に設立された。インターネットの情報全てが相互接続するための標準化を行っている。以下のような原則に基づき標準化を行う。 <ul style="list-style-type: none"> -Interoperability: さまざまな機器や OS 毎に異なる能力に対応 -Multilinguality: さまざまな言語に対応 -Multi-Modality: 多様な入出力方法に対応 -Accessibility: 誰でも使えるユニバーサルアクセス インターネットの Web を記述する言語 HTML (現在は HTML5) の規格化を始め、インターネットの相互接続に関するアプリケーション層の標準化を行う。 世界に 4 つのホスト機関があり、共同運営している。4 つのホストは北米の MIT、欧州の ECRIM、日本の慶應義塾大学、中国の北京航空航天大学である。 ウェブプラットフォーム、オートモーティブ (車載)、WoT (モノのウェブ) などの規格化を行っている。
<p>組織構成</p>	<p>36 の Working Groups, 13 の Interest Groups, 3 の Community and Business Groups が活動している。他に常設の Technical Architecture Group (TAG) と Advisory Board (AB) がある。</p> <p>(参考) http://www.w3.org/Consortium/activities</p> <p>【今回の調査テーマに主に関連する組織】</p> <ul style="list-style-type: none"> Working Group: Web of Things、Second Screen Interest Group: Media and Entertainment
<p>メンバ (2017 年 8 月 現在)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ブラウザベンダ、通信企業、ソフトウェア開発企業、Web サービス企業、出版社、放送局などが加盟している。 会員数：472 主要メンバ (Advisory Board) Mozilla, Microsoft, Gemalto, NTT, Yandex, GSMA, Apple, The Paciello Group, Alibaba <p>(参考) http://www.w3.org/2002/ab/</p> <ul style="list-style-type: none"> 日系企業：43 (慶應義塾大学、ACCESS、富士通、日立、KDDI、三菱電機、NEC、NTT、NTT ドコモ、パナソニック、KDDI、ソフトバンク、ソニー、東芝など) <p>(参考) https://www.w3.org/Consortium/Member/List</p>

3.3.2 今回調査テーマに関する今後の標準化の展望

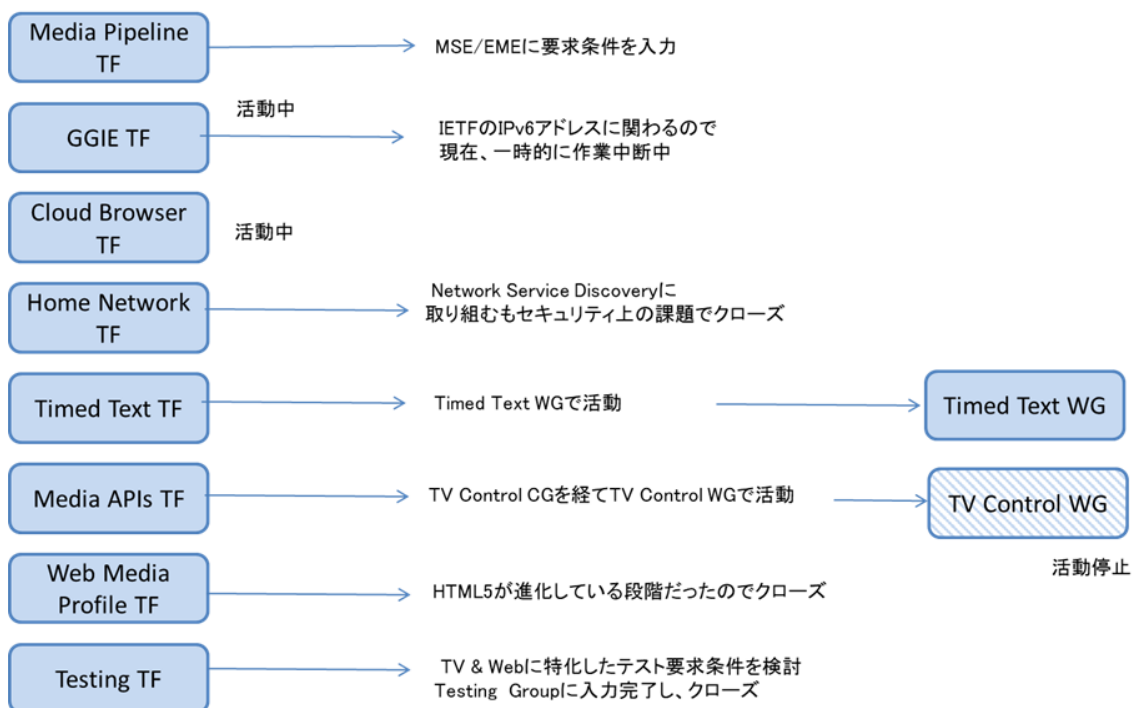
調査テーマ	今後の標準化の展望
<p>W3C TPAC2017 におけるメディアとエンターテイメント (旧ウェブと TV) に関する調査報告</p>	<p>(1) Media and Entertainment IG は、TV に限らず広くストリーミングを中心とする先端メディアの標準化のために関係業界のニーズや入力を吸い上げることとした。今後の活動について、継続してフォローする必要がある。</p> <p>(2) 次世代ブラウザにおけるメディアに関する今後の課題と思われる項目は次の通りである。今後これらの課題の検討や議論をフォローしていくことが重要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> クラウド時代のメディアストリーミング技術 ストリーミングパッケージング技術 VR/MR/AR と連携したストリーミング技術 <p>(3) WICG (Web Platform Incubation CG) は、テーマ毎に CG を新規に立ち上げなくても新しくプロジェクトを起こせるしくみで</p>

	<p>もあり、「立ち上げ」スキルの共有が重要である。</p> <p>(4)Second Screen CG では、Google と Mozilla がディスカバリ、トランスポートも含めて Open Screen Protocol を議論した。従来は、プロトコル部分は IETF で活動が行われていたが、Web のストリーミング化と共に W3C の活動領域の変化を感じた。</p> <p>(5)SONY の五十嵐氏が Media and Entertainment IG の Co-Chair に就任し日本のプレゼンスは高くなった。また、Web Platform WG では Apple, Google とともにリードプログラマの一人は日本人が活躍中であり、キーパーソンとの人脈形成に有効と思われる。</p>
<p>W3C TPAC におけるウェブと IoT に関する調査報告</p>	<p>(1)2018 年 12 月の WoT 仕様勧告化に向けて検討が活発化するため、議論を引き続きフォローする必要がある。勧告化に際して考えられる主な課題は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ zigbee/dotdot, bacnet, echonet の統一化におけるバイナリパケットの扱い方 ・ WoT Scripting の provisioning の実現方法に関する OCF など他組織との連携 <p>(2)勧告化作業を進めているが、実装に関しては以下のような課題がある。特にセキュリティ対策は、IoT の普及に大きく影響する重要な要素である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ WoT に関するセキュリティ対策、ぜい弱性対応 ・ WoT 実装の省電力化 <p>(3)さらに実用化に向けては、技術以外の課題の検討も必要である</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ IoT 制御を実現した際に引き起こされるさまざまなケースに対応する法律等の制度 ・ マネタイズ、ビジネスモデルの構築

3.3.3 Web 上のメディア及びエンターテインメントサービスに関する標準化活動の状況と展望

(1) Media&Entertainment IG(Interest Group)の概要

2011 年に設立した Web&TV IG については、デジタル放送の API 規格化を推進する活動が終了したことを契機に、デジタル放送関連の要求条件検討から、TV 以外を含め広くストリーミングメディアに関する要求条件を検討するグループとして 2017 年に名称変更を行った。本 IG 配下の TF については図 3-8 のような検討グループの変更を行っている。



(参考) W3C のグループの位置づけ

グループ	概要
Working Group (WG)	W3C 仕様を策定する。W3C Patent Policy に従う。
Interest Group (IG)	ユースケース、要求条件、バグ報告を行う。仕様は策定しない。
Community Group (CG)	エキスパート、関係団体関係者が集まり、活動を行う。仕様ドラフトを作成することもある(仕様化する場合はWGへ引き継ぐ)。Charter がなく、常に公開。5人のメンバがいれば設立できる。(2011年から開始)
Business Group (BG)	業界でのWeb技術利用に関するグループ。(2011年から開始)

図 3-8 Media&Entertainment IG 関連の TF の動向

(2) TPAC (Technical Plenary and Advisory Committee) 2017 における主な議論

名称変更後最初の会合だったので組織運営や活動内容に関する参加者の意識合わせが中心であった。

(a) Media&Entertainment IG の位置づけと今後の活動に関する議論

- Media and Entertainment IG は、TV に限らず広くストリーミングを中心とする先端メディアの標準化のために関係業界のニーズや入力を吸い上げることをスコープとした。しかし、今後の具体的な活動については IG、ブレイクアウトセッションの会合で決着せず、今後、電話会議で議論することとなった。
- Media Extension WG は新規規格の検討を凍結中。TV Control WG の活動は規格化スケジュー

ールがあわないなど産業界と同期しないため中止とした。

- W3C のメディア関連規格を一望できる資料の作成・維持に合意した。

<https://w3c.github.io/web-roadmaps/media/>

- GGIE TF, Cloud Browser TF の状況報告が行われたが、大きな進展はなかった。
- Second Screen CG では、Mozilla 提案で第二画面を扱う Open Screen Protocol の標準化を行ってきたが、Google が事前に Mozilla と調整し、今回 QUIC ベースで進めることとなった。

(b) 今後の活動

ブレイクアウトセッションは参加者がアイデアを自由に持ち寄って議論する場で、W3C では、ブレイクアウトセッション→ワークショップ開催→IG/CG/BG の設置→WG の設置となることが多く、萌芽的なテーマに関する動向を収集することができる。メディアに関して議論された項目は以下の通りである。

次世代ブラウザにおけるメディアに関し、今後、課題となるとと思われる項目は表 3-5 の通りである。今後これらの課題の検討や議論をフォローしていくことが重要である。

- クラウド時代のメディアストリーミング技術
- ストリーミングパッケージング技術 (ISO base media format (ISO/IEC 14496-12 – MPEG-4 Part 12) などのパッケージング技術)
- VR/MR/AR と連携したストリーミング技術 (当該技術に対応するビジネスモデル、エコシステムの構築)

プレゼンおよび議事録は以下 URL にて公開されている。

https://www.w3.org/2011/webtv/wiki/images/b/be/2017-11-06_WebTVIntro-v2.pdf

<https://www.w3.org/2017/11/08-m+e-minutes.html>

表 3-5 次世代ブラウザにおけるメディアに関し、今後、課題となると予測される項目

項目	概要
media capability API	表現能力を調べるAPI
Color on the Web	色表現
TV Control API の再検討	中断したTV Control APIの再構築
Cloud Browser TF	より広い普及
4K video	CODEC, UHD(Ultra High Definition)
MSE拡張	次世代Media Source Extension
HTML media element	HTMLでのメディア表現
Web and Media Packaging	ISO base media file format(ISO/IEC 14496-12 – MPEG-4 Part 12)などの検討

(c) 関連グループの活動状況の共有

メディアに関する技術動向や関連グループの活動動向を調査した。

- HTML5 関連の世界の技術動向：欧州 HbbTV(by BBC)、日本 Hybridcast video (by NHK)、米国 ATSC (by Qualcomm)、米国 WAVE Project (by Akamai)が紹介された。
- Second Screen WG/CG との合同会議: Presentation API、Playback API、CG Open Screen Protocol の検討開始が報告された。
- Timed Text WG との合同会議:TTML2(WG)のレビュー要請、TTML2 をベースの ISMC1.1 の議論参加要請があった。
- Audio WG の活動紹介:生オーディオデータを扱う Web Audio API 1.0 規格化、v2.0 検討開始が報告された。
- WICG (Web Platform Incubator Community Group) の紹介:テーマ毎に CG を作らずに広く新しいアイデアの検討を可能とするしくみとして紹介された。ブレイクアウトからワークショップ、IG/CG/WG というルート以外の新しい規格化ルートとなる。

(3) まとめ、提言

- (a)Media and Entertainment IG は、TV に限らず広くストリーミングを中心とする先端メディアの標準化のために関係業界のニーズや入力を吸い上げることにした。今後の活動について、継続してフォローする必要がある。
- (b) 次世代ブラウザにおけるメディアに関し、今後の課題と思われる項目は次の通りである。今後これらの課題の検討や議論をフォローしていくことが重要である。
- クラウド時代のメディアストリーミング技術
 - ストリーミングパッケージング技術
 - VR/MR/AR と連携したストリーミング技術
- (c)WICG (Web Platform Incubation CG)は、テーマ毎に CG を新規に立ち上げなくても新しくプロジェクトを起こせるしくみであり、「立ち上げ」スキルの共有が重要である。
- (d)Second Screen CG では Google と Mozilla がディスカバリ、トランスポートも含めて Open Screen Protocol の議論を行った。従来は、プロトコル部分は IETF で活動が行われていたが、Web のストリーミング化と共に W3C の活動領域の変化を感じた。
- (e)SONY の五十嵐氏が Media and Entertainment IG の Co-Chair に就任し、日本のプレゼンスは高くなった。また、Web Platform WG では Apple、Google とともにリードプログラマとして活躍している一人は日本人であり、キーパーソンとの人脈形成に有効と思われる。

3.3.4 Web Of Things (WoT) に関する標準化活動の状況と展望

(1)WoT WG の概要

WoT WG は、Bluetooth、EnOcean、Zigbee 等通信プロトコルが多数存在する中で、Web 技術を標準化することであらゆる Thing (デバイス) (特に、統括的な家電制御) を相互接続できる環境を構築することを目的として 2015 年に設立された。現在、2018 年の勧告化を目指し標準化作業中である。

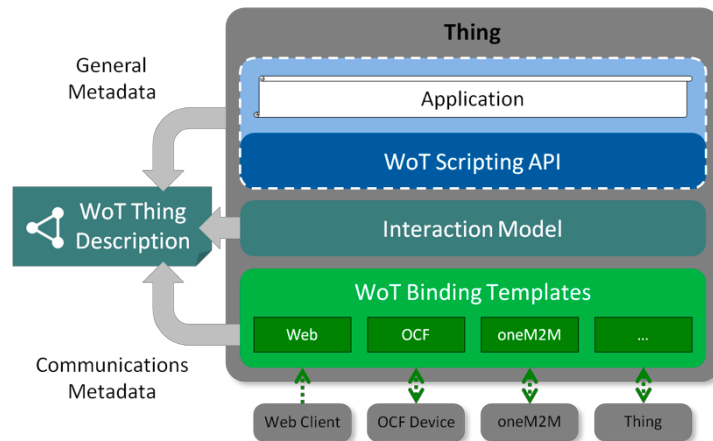
(2) 標準化作業状況

(a)表 3-6、図 3-9 に示す 5 つの仕様について作業中である。WoT Architecture、WoT Thing Description、WoT Scripting API については、First Public WorkingDraft を TPAC2017 時点で公開済みである。WoT Security&Privacy については、TPAC2017 の後に First Public Working Draft が公開された。一方で、WoT Binding Templates については、未だ Editor's Draft のみで、First Public Working Draft の公開に至っていない。2018 年 12 月に向けて Candidate Recommendation の議論を進める。

特に、セキュリティについては、IoT の普及において最も重要なファクターである。動的型付け言語で作成されたアプリケーションでは、セキュリティやバグなどの品質を確保するのが難しく、DOMScripting におけるブラウザのようにセキュリティが考慮されたプラットフォームの必要性を議論する必要がある。

表 3-6 WoT WG において作業中の仕様

仕様セット	主な内容	検討状況・主な議論
WoT Architecture	WoT のアーキテクチャ、ユースケース	First Public WorkingDraft を TPAC2017 時点で公開済み
WoT Thing Description	Thing の提供する機能の JSON-LD による記述方法、メタデータ提供、インタラクションモデル	First Public WorkingDraft を TPAC2017 時点で公開済み
WoT Scripting API	Thing を操作するための API 仕様	First Public WorkingDraft を TPAC2017 時点で公開済み
WoT Binding Templates	通信プロトコルのマッピングのパターン、インタラクションタイプとのバインディング	<ul style="list-style-type: none">• zigbee/dotdot、bacnet、echonet の統一化の方向• WoT Client として多種多様な Things の抽象化を検討中
WoT Security & Privacy	Security & Privacy のベストプラクティス	<ul style="list-style-type: none">• TPAC2017 の後に First Public Working Draft が公開• バウンダリーを明確化し、攻撃手法を検討している段階• Blockchain 技術の利用を議論• OCF を利用した WoT Scripting の provisioning を議論



Conceptual Architecture of the WoT Building Blocks
[\(https://w3c.github.io/wot-architecture/ より引用\)](https://w3c.github.io/wot-architecture/)

図 3-9 WoT WG で作業中の 5 つの仕様の関係

(3) TPAC Plugfest 2017 の開催

TPAC2017 直前の 2017 年 11 月 4 日、5 日に富士通米国研究所にて実施された。仕様の解釈の違いを解決し、各社内での Servient の接続に加え、他者間での横断的な接続が確認された。公開 Plugfest では、サンフランシスコと大阪間での接続デモが行われ、離れた場所からの Thing (デバイス) の制御が可能であることが示された。また、NAT 越え対策やイベント通知のためのセッション数増加による負荷軽減策が試験された。

(4) 今後の展望、提言

(a)2018 年 12 月の WoT 仕様勧告化に向けて検討が活発化するため、引き続き議論をフォローする必要がある。勧告化に際して考えられる主な課題は以下の通り。

- ・ zigbee/dotdot, bacnet, echonet の統一化におけるバイナリパケットの扱い方
- ・ WoT Scripting の provisioning の実現方法に関する OCF といった他組織との連携

(b)勧告化作業を進めているが、実装に関しては以下のような課題がある。特にセキュリティ対策は IoT の普及に大きく影響する重要要素である。

- ・ WoT に関するセキュリティ対策、ぜい弱性対応
- ・ WoT 実装の省電力化

(c)さらに実用化に向けては、技術以外の課題の検討も必要である。

- ・ IoT 制御を実現した際に引き起こされるさまざまなケースに対応する法律等の制度
- ・ マネタイズ、ビジネスモデルの構築

3.4 TMForum に関する詳細調査の概略

3.4.1 組織概要

<p>目的</p>	<p>TM Forum は、通信ネットワークのオペレーション OSS/BSS (Operation Support Systems / Business Support Systems) の検討をリードする国際標準化/業界団体で、情報通信事業者向けの通信ネットワーク運用管理システムに係わる共通課題の解決を目的として 1988 年に設立された。同フォーラムは、非営利の国際コンソーシアムで、通信事業者をデジタルサービス提供者に変革し、様々な産業とのビジネス連携を促進させるための活動を行っている。現在は、3つの戦略プログラムを設定し、Frameworkx と呼ばれるオペレーションのフォーラム標準及びベストプラクティスのドキュメントを制定しており、ITU や他の SDO からオペレーション領域の議論を任されている。オペレーション領域全般を議論できる唯一の団体である。</p> <p>【3つの戦略プログラム】</p> <ul style="list-style-type: none"> -Agile Business & IT -Open Digital & The Internet of Everything -Customer Centricity & Analysis
<p>組織構成</p>	<p>Board of Directors の下、 Board of Directors Meetings、 Executive Committee (この下に、 Finance、 Membership、 Governance、 Technical Strategy Subcommittee がある) が統括している。</p> <p>(参考) https://www.tmforum.org/about-tm-forum/board-of-directors/</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 3つの戦略プログラムに含まれるテーマごとに検討プロジェクトがあり、F2F の TMF Action Week や電話会議を通じてドキュメントを作成し、Frameworkx ドキュメントとして制定する。また、既存の業務プロセス等との整合性を検討する Frameworkx プロジェクトがある。 <p>【今回の調査テーマに主に関連する組織】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Frameworkx プロジェクト、 ZOOM プロジェクト 他
<p>メンバ (2017年5月現在)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 世界の主要キャリア、ベンダを含め、通信サービスプロバイダ、デジタルサービスプロバイダが参加し、企業のデジタルエコシステムに注目する世界最大の事業者団体である。 ・ Board of Directors:18名 Orange, China Mobile, Huawei Software, ZTE, Microsoft, Royal Philips, Ericsson, Nokia, KPN Group, Telefonica, TM Forum(2), BT, IBM, Bharti Airtel Limited, Oracle Communications, Verizon Wireline, Dialog Axiata PLC ・ メンバ : 822 団体 ・ 日系企業 : 9 (Fujitsu, Hitachi Data Systems, Hisashi Tada, KDDI, Kyushu University, Nara Institute of Science and Technology, NEC, NTT DATA, NTT group, Osaka University) <p>(参考) https://www.tmforum.org/membership/current-members/</p>

3.4.2 今回調査テーマに関する今後の標準化の展望

調査テーマ	今後の標準化の展望
<p>TM Forum における共通プラットフォーム・マネジメント層や固定系 IoT に対する標準化動向、ビジネス動向の調査</p>	<p>(1)今後の方向性 ビジネス面では B2B2X へのシフトの加速及び IoT や 5G サービス要件の具体化、テクニカル面では NW 仮想化/NW スライス等のケイパビリティ拡大に伴い、キャリアに求められるサービス要件が多様化し、事業者連携が複雑化すると想定される。このため、キャリア価値の持続的な提供に向け、ビジネスのガイド</p>

	<p>ラインと共に、迅速かつ多機能なオペレーション提供を可能とする、APIを始めとしたPF機能拡充に繋がる標準化の重要性が増すと考えられる。</p> <p>(2)課題 TMF参加企業を見る限り、欧米のキャリア/ベンダ企業は、通信産業の収益維持・拡大を共通の狙いとしている。通信事業における先進的な技術では日本に遅れるものの、協業による他産業の取込みでは先行しており、日本のキャリア/ベンダ企業は、ビジネス拡大に向けたグローバル標準を積極的に活用することが求められる。</p> <p>(3)提言 TMFは、通信産業を取り巻く環境変化を先行的に捉え、ビジネスのイネーブラとしてオペレーション領域の標準を規定している。また、SDOやオープンソースコミュニティに対し、NW技術の差異を吸収した標準オペレーションの実現に向けた活動やAPIによる他産業との連携など、ビジネス側からも影響を与えてきている。 日本企業としては、自治体を始め、事業者連携を既に推進しているが、TMFのグローバル標準を活用する事で、更なる成功事例の拡大が図れるものとする。</p>
<p>デジタルサービスを実現するICT基盤プラットフォームの動向調査</p>	<p>(1)まとめ ・TMForumは、ヘルスケア、スマートシティ等デジタルサービスへの取り組みを行っており、海外通信業界の共通課題等を幅広く知ることが可能。</p> <p>(2)提言 ・プラットフォーム戦略：OTT他、通信キャリアでもオープンソース活用が進み、ネットワークのコモデティ化が進みつつある。通信とサービスを連携させたビジネスシナリオ設計、エッジ、IoT等活用したデジタルサービス創出、グローバル化、海外企業含むエコシステム形成への対応を強化すべきと思われた。</p> <p>・5G,IoTに向け、AI等を用いた運用自動化の検討団体が増加。対象はプロセス、API、データフォーマットと幅広い。産業連携のためには標準化が必要。</p> <p>・ネットワークへのAI適用は、事象分析・見える化から、予測予防へ進む見込み。単純な自動化でなく包括的知識活用、イベントドリブンな管理が求められる。</p> <p>・人材育成と共に、AIと人間との補完関係、説明可能性(Explainable AI)、運用ルール、データ利活用等の検討・整備が必要と思われる。</p>

3.4.3 TMForumにおける他業種連携(B2B2X)・IoT/5G時代のオペレーションに関する標準化活動の状況と展望

(1) TMForumの活動方向

TMFは、キャリアのビジネスモデルにおけるB2B2Xシフトの予兆を捉え、通信産業内外の連携を図るデジタルサービスプロバイダ(DSP)への変革を唱えている。また、NW仮想化の黎明期から仮想化によるビジネスへの影響に着目し、既存NWと仮想NWを組み合わせたハイブリッドなNWを対象としたオペレーションのフレームワークを検討している。「ビジネス/技術観点による検討」と並行して行う「技術デモ検証」の2つを両輪として標準化

を推進している。

(2) ビジネス観点での検討動向

TMF は、他産業と事業連携し、カスタマへの提供ソリューションにあわせたネットワーク機能の提供を目指し、DSP のビジネスモデルへの変革を検討している。

ビジネス観点での検討では、B2B2X のビジネスモデルへの変革を大きなテーマとして、5G 及び IoT の要件をユースケースとしたビジネスガイドを策定する、技術デモ検証を通じて Smart City 等のビジネス要件をまとめ、技術デモ検証の成果を検討へフィードバックするなどの活動を行っている。

(a)B2B2X ビジネスモデルへの変革の必要性

これまで通信事業者は、通信ネットワークを直接ユーザに販売し、サポートを行ってきたが、通信の目的が多様化する中で、他産業との事業連携を促進する B2B2X のビジネスモデルに移行しようとしている。

例えば、IoT ではキャリアの持つ NW 機能をサービスの一部として活用し、端末から収集したデータを産業の要件を結びつけて活用すると共に、遠隔からの端末制御やデータ分析結果に伴う提案などのサービスを提供する。

このため、キャリアネットワークにおける運用情報を適時に収集し、収集したデータを提供可能な形に分析・加工して B2B2X のビジネスモデルで連携する事業者に提供することが求められる。

TMFでは、これまでキャリアNWをB2B2X ビジネスモデルに合わせて変革していくため、二つのアプローチを検討している。一つは、ユースケースからビジネスモデルを洗い出していく机上検討のアプローチ。もう一つは、カタリストとしてユースケースに基づく検証デモを構築し、検討を行うアプローチである。

(b)Smart City への取組

IoT を活用したビジネスモデルのうち、特に SmartCity について、都市ローカルな課題に応じた自治体単位で区々の取組となりがちではあるものの、都市の抱える社会的課題や今後改善を進めるべきカテゴリは共通的なものであると TMF は考えており、標準化やモデル化を検討している。(図 3-10 参照)

標準化やモデル化においては、これまで TMF において検討してきた資産を活用できるものと考えている。適用する具体的な技術としては、変革の度合いを議論する成熟度モデル、B2B2X ビジネスモデルの実現に必要なプラットフォームやエコシステムの考え方、それから、Frameworkx や TMF Open API として規定してきた技術が考えられている。

B2B2X ビジネスモデルで議論してきた成熟度モデルを、SmartCity ビジネスに適用し、標準化の指針として示し、現在の各都市のサイロ化された個々の取り組みという状態を改善

するため、プラットフォーム化の必要性、エコシステムの構築を進めていくことを提案している。現在、「都市データプラットフォームの構築」の段階に達している都市は殆どなく、PF化を通してビジネス領域が拡大していくものと考えられている。

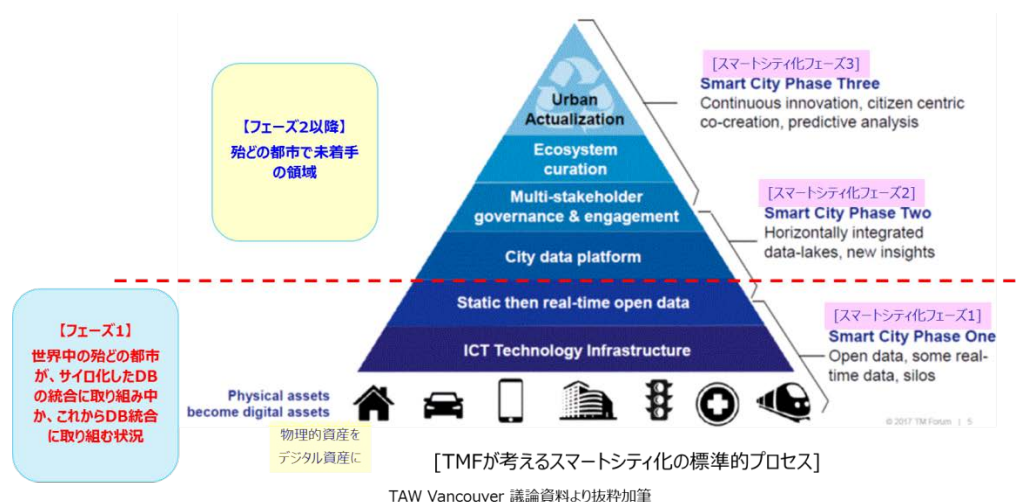


図 3-10 TMForum が考えるスマートシティ化の標準的プロセス

(3) 技術観点での検討動向：B2B2X のビジネスモデルの実現

技術観点での検討では、B2B2X のビジネスモデルの実現と仮想化環境の具現化を軸として検討している。B2B2X のビジネスモデルの実現では、B2B2X ビジネスを提供する基盤となるプラットフォーム(以下、「PF」という)のモデルを検討しており、事業者間連携において REST ベースの API を規定している。

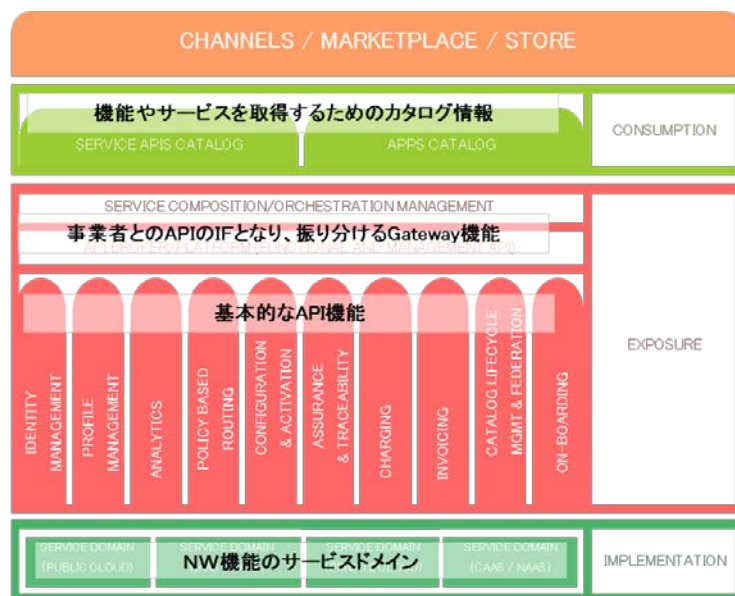
- B2B2X のビジネスモデル機能を提供する機能のモデルとして DSRA (Digital Service Reference Architecture) を規定
- DSRA に基づくプラットフォームアーキテクチャとして DPRA (Digital Platform Reference Architecture) を規定
- TMF がモデル化した DPRA と技術ドメインや技術ドメイン内のプラットフォーム機能の議論をハイレベルのアーキテクチャとして整理し、ODA (Open Digital Architecture) を提案
- B2B2X プラットフォームでサービス事業者提供する NW オペレーション機能を REST ベースの TMF Open API として規定

(a) DSRA(Digital Service Reference Architecture)

通信事業者における、B2B2X のビジネスモデルのユースケース検討の成果として、パートナー企業にオペレーションを提供する上で、基本的な機能を備えた Digital Service を提供するためのアーキテクチャとして DSRA(Digital Service Reference Architecture)が提案された。

(図 3-11 参照)

提供されている機能やサービスを取得するためのカタログを中心として、ゲートウェイ機能およびサービスを提供するために必要な API 群から構成されている。基本的な API 機能以外の NW 機能のサービスドメインが提供する機能は、ゲートウェイを通して活用する。



IG1157 Digital Platform Reference Architecture Concepts and Principles R17.5.0

図 3-11 DSRA (Digital Service Reference Architecture) の概念と原則

(b) DPRA(Digital Platform Reference Architecture)

B2B2X ビジネスモデルにおける提供機能の定義である DSRA をプラットフォームとして実装した DPRA(Digital Platform Reference Architecture)が提案された。

DPRA に基づいたプラットフォームが提供する基本的な機能を活用することで、サービス事業者はサービス毎に構築が必要な範囲を少なくすることができ、ビジネス部分の実装に注力し、アジャイルなサービス提供を行うことが可能となる。DPRA では、DSRA で提唱された機能群を Business Capabilities View として定義。Business Capability View に基づいたプラットフォームをクラウドプラットフォームとして構築する。

(c) ODA(Open Digital Architecture)

TMF は、プラットフォームを活用したビジネス提供のハイレベルのアーキテクチャとして、ODA(Open Digital Architecture)を提案している。(図 3-12 参照)

B2B2X ビジネスモデル提供のためキャリアがサービス事業者に対し提供するプラットフォームは、①DPRA として検討してきた顧客向けの機能提供を行う階層、②顧客に提供するプロダクトを管理する領域、③NW 仮想化技術で検討してきたネットワークドメインの End-End でのマネジメントを行う階層の 3 層から構成される。

また、セキュリティのポリシーやガバナンスおよびユーザ情報や NW 情報などは、ネッ

トワークドメインや、リソースを提供するパートナーも含め、一貫して適用されることが必要であることを提唱している。

TMF からの提案を受け、参加各社からの提案が議論されており、今後、それらの提案をどう反映するか議論していく予定である。



図 3-12 ODA(Open Digital Architecture)

(d) TMF Open API

B2B2X プラットフォームでサービス事業者提供する NW オペレーション機能を REST ベースの TMF Open API として規定している。

メトロイーサのオペレーションの検討を行っている MEF (Metro Ethernet Forum) や欧州における IoT の標準検討およびプラットフォームの構築を行っている FIWARE が、TMF Open API を拡張 API として参照している。また、仮想 NW のプラットフォームである ONAP (Open Network Automation Platform) においてもサービス層の API 実装を一部行っており、今後も継続的なバージョンアップが行われる予定である。

TMF Open API としては、図 3-13 に示すように、現在、50 以上の API が規定されており、2017 年には 680 社以上、4600 人超の技術者が利用している。TMF Open API は、キャリアの NW を利用してサービスを提供するサービスプロバイダやパートナーが、NW の運用に使用する API として規定されている。サービスプロバイダが国やキャリアをまたがってサービス提供を行えるよう API の規定を行っている。

一部のキャリア(Vodafone 等)では、キャリア内のシステム間の API としても活用することを考えており、各 API 機能を Microservice として位置付け、API 機能を組合せたプラットフォーム機能の提供を目指している。

API 間連携を行うため、API 内のパラメータの意味づけ情報を API Schema として別に定義し、Hypermedia API として実装することがガイドラインに盛り込まれた。

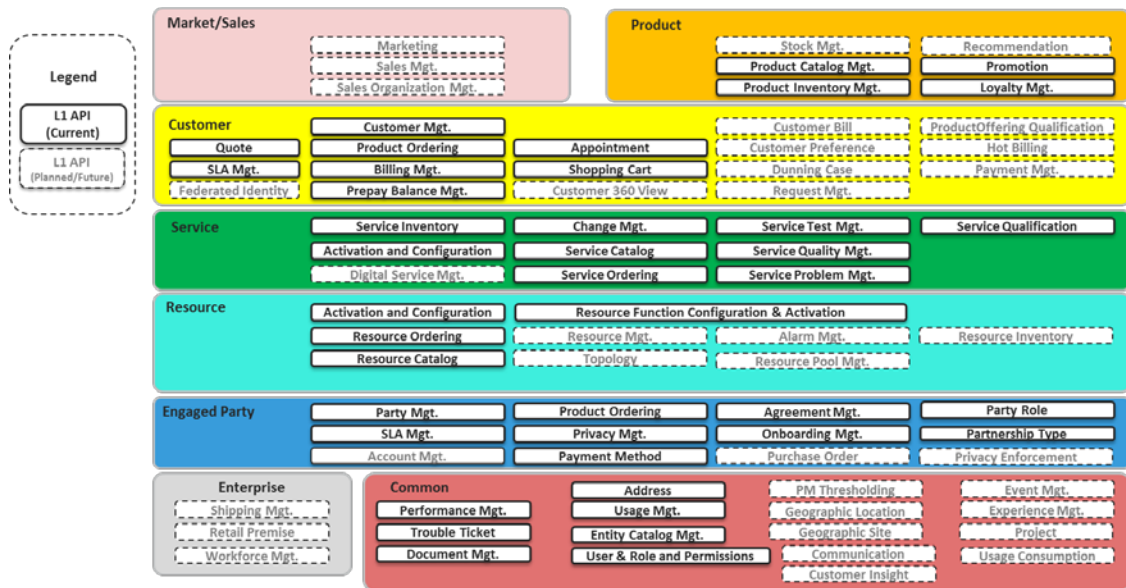


図 3-13 Framework 17.0 API 一覧

(4) 技術観点での検討動向：仮想化環境の具現化

仮想化環境の具現化では、既存 NW と仮想化 NW とのハイブリッド環境における PF オペレーション自動化を検討しており、自動化を実現するためにクローズド・ループによるオペレーションをまとめあげ、規定を行っている。

(a) NW ソフト化における検討

TMF では、NW 仮想化技術の導入を契機として、複雑化する運用の自動化によりアジャイルにサービスを提供できる環境の構築を目指し、固定網と移動網を含む、既存と仮想 NW によるハイブリッド環境の統合的な運用管理を軸に NW 仮想化の検討を行っている。(図 3-14 参照)

オペレーションの観点からクローズド・ループでのポリシー管理による最適化を規定しており、ETSI NFV-ISG と連携を行っている。

直近では、ハイブリッド環境における 5G/NW スライス要件や仮想 NW 環境管理の実装として ONAP との連携を開始した。

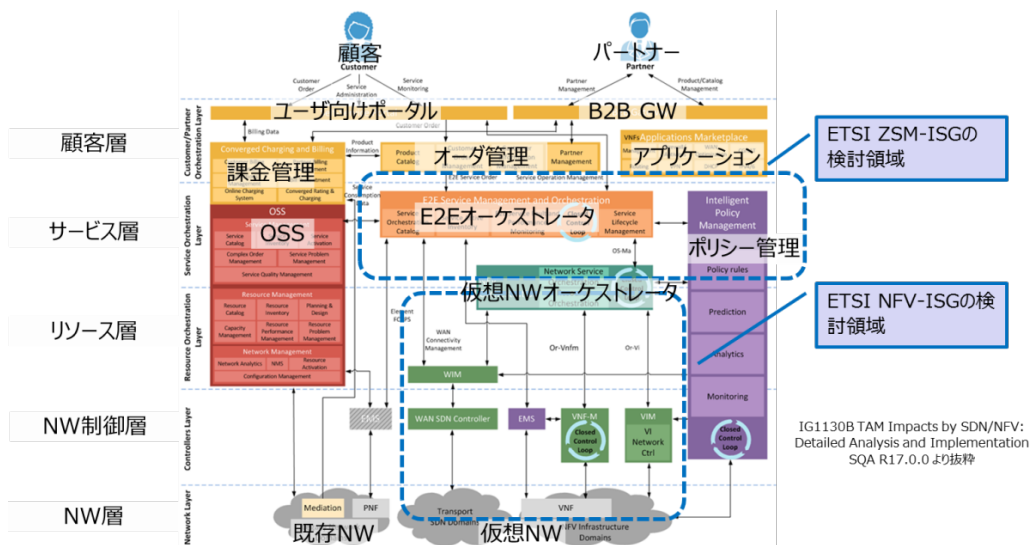
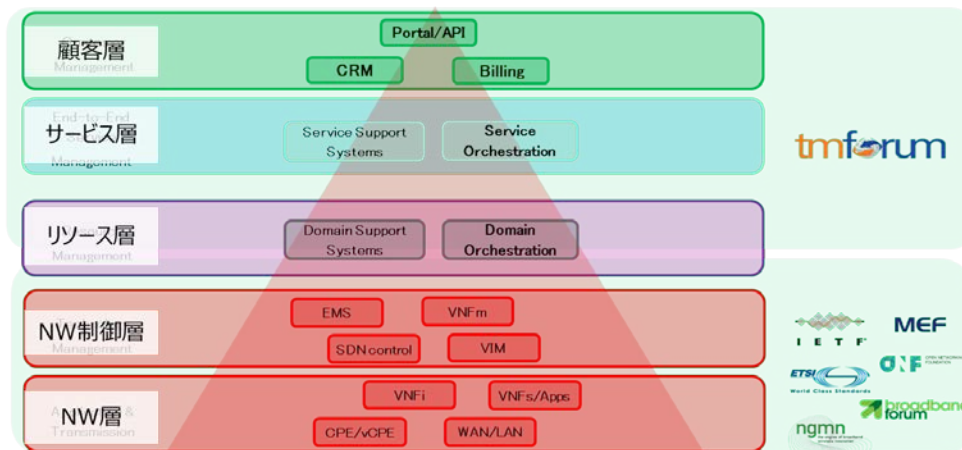


図 3-14 NW 仮想化の概要

仮想 NW へクローズド・ループを使用して最適化するため、最適化ポリシーを管理するポリシー管理を通じた連携により、NW 全体の最適化を行う仕組みを検討している。

TMF では、リソース層より上の領域での顧客向けの API や Portal を通じた機能提供から既存 NW や仮想 NW 等のネットワークドメインを跨ったハイブリッド環境の End-End における管理を検討領域としている。(図 3-15 参照)



IG1130B TAM Impacts by SDN/NFV: Detailed Analysis and Implementation SQA R17.0.0 より抜粋・加工

図 3-15 SDN/NFV の影響と TMForum における検討領域

(b) クローズド・ループの検討

ハイブリッド NW の管理において自動最適化を実現するため、NW 内の状況の収集、分析と問題の検出、NW の最適化案の提示、NW への反映を行う、4つの機構をもつクローズド・ループが規定された。

NW の最適化案の提示においては、分析結果に応じてポリシーを適用することにより状況に応じた最適化を可能とすることが提案されている。

(c) NW スライス管理

5G 要件に基づき多様な要件が求められる NW に対し、全ての要件を満たす NW を構築することは難しいことから、要件毎に NW スライスの構築を行うことにより、多様な要件を満たす NW を提供する。多数の NW スライスが作成されることにより、個々の NW スライス管理が複雑になるため、NW 管理を自動化すると共に API を通じてサービス事業者がこれを行うことを可能とする。NW の各機器を統一的に制御するため、モデルを統一してコントロール可能とすることが検討されている。

NW のソフト化および管理の自動化を通じて、これまで NW 全体において高水準で行ってきた NW 運用サービスの重要性が高まっていくと考えられる。

(5) 技術デモ検証 (カタリスト)

Smart City, Smart Health 等、IoT を活用したビジネスモデルからの要件を洗い出すため、自治体を始めとする他事業者を巻き込んだカタリスト(キャリア/ベンダ企業の協業)による技術デモ検証を繰り返し実施している。カタリストの成果を検討要件としてまとめ、検討プロジェクトへフィードバックし、標準ドキュメントへ反映している。

(a) SmartCity カタリスト

SmartCity に取組む欧州自治体の課題を踏まえ、デジタルサービスを提供する SmartCity プラットフォームの試作を行っている。欧州の自治体代表者を交えた議論を通じて、自治体が有する課題を聞き取り、SmartHome(家電制御やセキュリティ)、SmartCity(交通情報等)、地球環境保全(CO2 排出見える化)等のユースケースに基づき検証。その上で TMF が提唱している DPRA に基づいて構築を行っている。

SmartCity における NW のプラットフォーム機能の検討では、キャリアの隣接のインダストリー領域として取組みを行っている。キャリアの事業領域が狭まることへの危機感が背景にあり、Orange 等が積極的に取組んでいる。

(b) 5G Service Operation カタリスト

5G と他 NW 機能を Network as a Service(NaaS)として、複数産業への提供を想定した Agile オペレーションについて、オープンソース活用による実現に向けシナリオ化(Connected Car、Factory Automation)を行っている。

Connected Car の uMTC(高信頼の機器間通信)要件を満たす NW 構成、および Factory Automation の uRLLC(低遅延)を満たす NW 構成をそれぞれ NW スライスとして構築する。シナリオに基づいて、NE の実装、オープンソースと TMF Open API との連携、AI/ML によ

る自動化行っている。

(6) 今後の標準化の展望および提言

(a) ビジネス面では、B2B2X へのシフト加速、IoT や 5G サービス要件の具体化が進展している。また、テクニカル面では、NW 仮想化/NW スライス等のケイパビリティが拡大している。これらに伴い、キャリアに求められるサービス要件が多様化し、事業者連携が複雑化すると想定される。このため、キャリア価値の持続的な提供に向け、ビジネスのガイドラインと共に、迅速かつ多機能なオペレーション提供を可能とする API を始めとした PF 機能拡充に繋がる標準化の重要性が増すと考えられる。

(b) TMF 参加企業を見る限り、欧米のキャリア/ベンダ企業は、通信産業の収益維持・拡大を共通の狙いとしている。通信事業における先進的な技術では日本に遅れるものの、協業による他産業の取込みでは先行しており、日本のキャリア/ベンダ企業は、ビジネス拡大に向けたグローバル標準を積極的に活用することが求められる。

(c) TMF では、通信産業を取り巻く環境変化を先行的に捉え、ビジネスのイネーブラとしてオペレーション領域の標準を規定してきた。また、他 SDO やオープンソースコミュニティに対し、NW 技術の差異を吸収した標準オペレーションの実現に向けての活動や API による他産業との連携など、ビジネス側から影響を与えている。日本企業としては、自治体を始め、事業者連携を既に推進しているが、TMF のグローバル標準を活用する事で、更なる成功事例の拡大が図れると考える。

3.4.4 TMForum におけるデジタルサービスを実現する ICT 基盤プラットフォームに関する標準化活動の状況と展望

(1) TMForum の活動方向

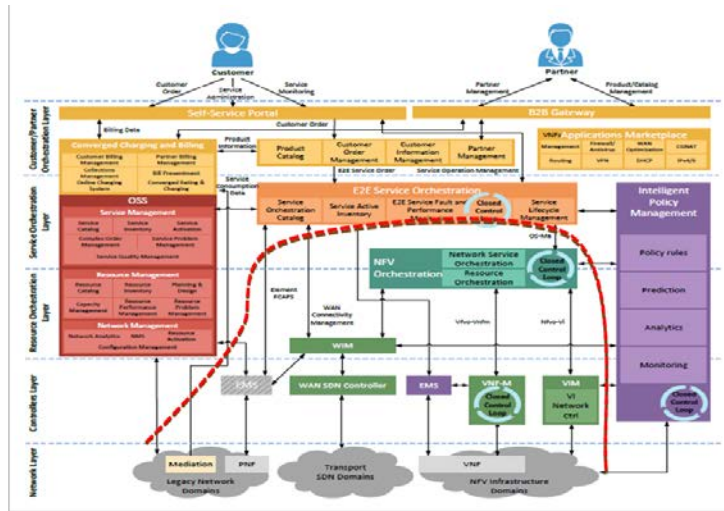
TMForum は、Agile Business&IT、Customer Centricity、Open digital ecosystem の戦略プログラムを推進し、IoT、SmarCity、OSS/BSS (Operation Support Systems / Business Support Systems) 等に関わる横断的な Open API を検討している。Agile Business&IT の ZOOM プロジェクト中心に、SDN/NFV 運用、業務、システム変革、Time To market の削減が議論、定義されている。

TMForum では、それぞれ IPR ポリシーを設定できる複数の検討プロジェクトが設けられている。「OpenAPI」「Open Digital/IOE」「Customer Experience Management」「Revenue Management」「Data Analytics」「Security & Privacy」「Frameworkx」「ZOOM (Zero touch operation and management)」及び SmartCityProject 等のプロジェクトがある。

TMForum は従来の通信事業者の課題を分析し、サービスプロバイダ (DSP) やサービスイネーブラ (DSE) へと変革し、有効なパートナーシップを築くことで課題を克服可能としている。また、Platform と API 戦略へのシフトを打ち出している。本プラットフォーム戦略のコンセプトは、非営利研究機関“The Center for Global Enterprise”のまとめた GrowingGlobalBook と、MIT の Geoffrey Parker 教授の「PlatformRevolution」に触発されたもので、単に情報伝達する Pipeline から、ビッグデータ等情報技術を活用し、消費者へ価値提供する Platform を提供し、デジタルサービスの Enabler への移行を目指すものである。

(2) ZOOM プロジェクト

TMForum は、2014 年に Zero-touch Orchestration and Operation Management (ZOOM) プロジェクトをスタートし、仮想化環境と既存環境統合管理フレームワークを策定している。ZOOM は、ETS (European Telecommunications Standards Institute) の MANO (Management and Orchestration) との連携の他、End-to-End 管理、オペレーション、パートナーとの関係、調達等も視野に入れて検討している。ユーザへのレコメンド、最適化、妥当性確認、評価提供をクローズド・ループによって運用する将来アーキテクチャを議論している。(図 3-16、図 3-17、図 3-18 参照)



✓ (出典、参照) TMForum ZOOM Project [ZOOM Poster](#)
 ・IG1128 Dynamic Control Architecture for Managing a Virtualized Eco-System 他

図 3-16 ZOOM プロジェクトの概要

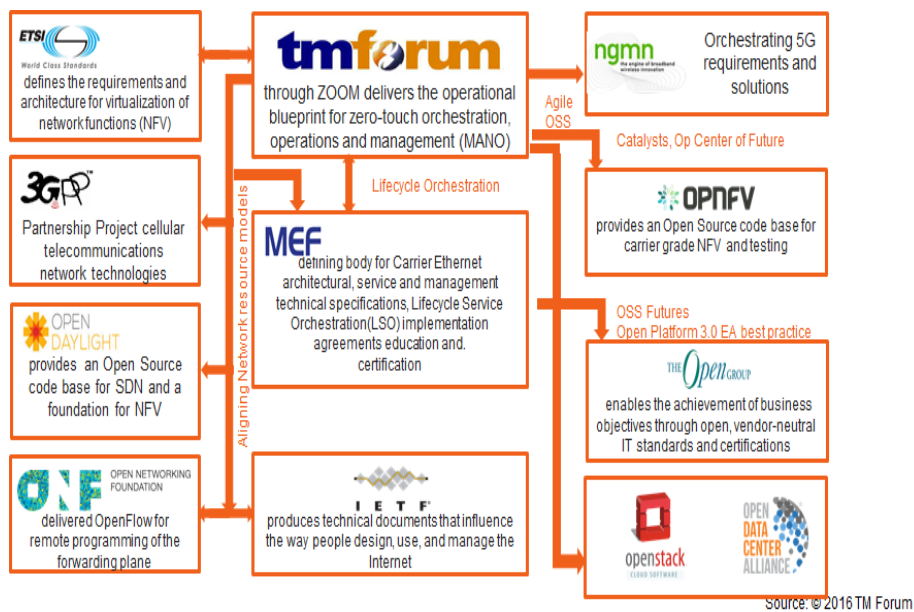


図 3-17 ZOOM プロジェクトと関係する機関 (出典：TM Forum)

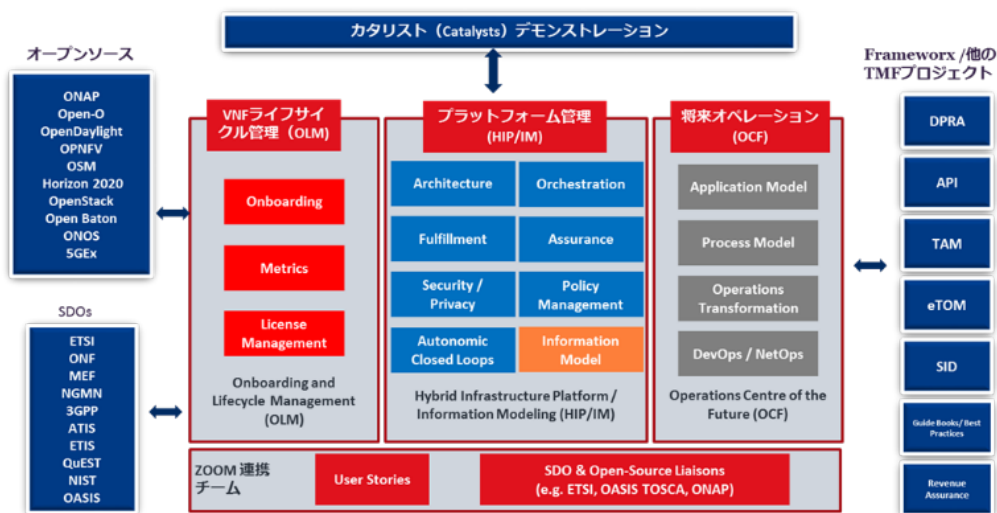


図 3-18 ZOOM プロジェクトの検討領域

(a)TRUST&セキュリティ

TMForum では、IoE のマネタイズの観点等から GDPR (European Union’s General Data Protection Regulations : EU 一般データ保護規則)や TRUST の議論を行っている。GDPR は、2018 年に施行されるが、EU データ保護規則は「忘れられる権利」以外にも日本にはない個人情報保護を保護する考え方が数多く追加されている。この規則は、自動運転、FinTech、IoT (Internet of Things) 等の幅広い分野に影響する可能性があり、その対応には高価かつ大きなリソースが必要と見込まれるが、TMF ではビジネスチャンスと捉えている。昨年 TMForum Live! (ニーズ) において、対応ソリューションの実証“Enabling GDPR Compliance for Operators”デモを実施した他、10 月 TM Forum’s Monetizing IoE InFocus 会合で、集中的な議論を行っている。

(b)TMForum のグローバル化視点

TMForum は世界各地で会合を開催しており、様々な地域のトピックスや国際連携を取り上げている。これまで、EC (欧州委員会) のデジタル戦略を推進する DG CONNECT の欧州 IoT/5G 戦略、米国 GE の Industrial Internet の取り組み、Orange の北米スタートアップ支援プログラム、Google、Facebook の活動、アフリカで進む M-PESA (エムペサ) というモバイル送金サービス関連事業、中国で国家的に推進されるスマートシティへの取り組み等についての講演が行われている。通信企業は、サービスイネーブラとしてパートナー連携によりエコシステム形成し、イノベーション導入サイクルを早めようとしている。このため、OTT とも連携し、モバイルマネー、ヘルスケア、工場、自動運転等の新事業、さらには新興国市場への事業拡大における活用を検討している。

(3) TMForum Action Week 2017(9 月 25-29 日 : バンクーバー)

TMForum Action Week 会合は、SDN/NFV、IoT、BigData 分析、API 等、広範なオペレーションの課題について標準化や実証デモの検討を行っている。

今会合では、AI (人工知能)、将来の OSS/BSS アーキテクチャ ODES (ODA と後に名称変更)、オープンソース ONAP、及び 5G ネットワークスライスやブロックチェーンユースケース等に関するセッションが開催された。5 日間にわたり各種プロジェクトチーム会合が開催された他、新参加者向けの入門セッション、カタリストデモの検討が実施され、OpenAPI を用いたハッカソン“OpenHack”も開催された。2017 年からの主な会合トピックスは以下の通り。

(a) 将来の OSS/BSS アーキテクチャ戦略ワークショップ (Architecture Strategy for OSS/BSS of the Future Workshop)

- ・ マイクロサービスと Open-API、AI、Cloud- native、Realtime 等を 特徴とする新 OSS/BSS アーキテクチャ、“Open Digital Enablement System (ODES)”が発表され、DiscussionPaper を 基に、将来アーキテクチャ要件を、オペレータのパネルや各社プレゼンベースで議論。

(b) 人工知能に特化したセッションとワークショップ (Dedicated session and workshop on Artificial Intelligence)

- ・ TM Forum AI-Centric Architecture Vision を発表、 AI の注力領域と検討項目、ユースケ ース、実証デモの検討を開始。

(c) ONAP Session and Birds of a Feather

- ・ Linux Foundation が Open Source Networking と ONAP について講演。BoF セッションでは Huawei 等主要各社が自社 ONAP 活動を紹介し、意見交換する等、オープンソースとの連 携が進行。TMF ONAP User Group が策定中のホワイトペーパーのレビューや OpenAPI と ONAP 機能のマッピング検討を開始。

(d) 各戦略プロジェクト

- ・ ZOOM では、VNF Onboarding Workshop (ライセンス管理、VF package types、Framework 対応)、5G スライスのモデリング等を検討
- ・ OpenAPI では、Microservice と OpenAPI の開発ガイドラインを策定
- ・ IoE では Digital Twin や、NW スライスのマネタイズ、BlockChain テレコム適用を検討

(e) その他

- ・ CurateFx という B2B2X 等エンティティ関係や情報モデルを表示するツールを導入

(4) TMForum Action Week 2018(2 月 5-9 日、リスボン)

主な会合トピックは以下の通り。

(a)Open Digital Architecture (ODA)

- ・ ODA のエコシステム機能、機能アーキテクチャ、AI と ODA、ODA とサービス・リソース管理の個別セッションが開催。TMForum は、 Open Digital Architecture (ODA) program の正式発足を発表

(b)Explore AI

- ・ 次の領域ごとに AI セッションが開催。Explore AI プロジェクトを発足。TMForum の役割を、AI 産業とテレコムギャップの橋渡しをすることと位置付け、AI プロジェクトの TOR の議論を行った。TMForum の企業へのアンケート・サーベイや AI 業界のランドスケープをメンバで共有、AI から ODA への要求事項や、コンセプト実証について議論が行われた。
 - AI and Telecommunications Bridging the Ecosystems
 - AI & Customer Experience; Key Application Areas
 - AI Service and Network Management
 - AI & Open Digital Architecture; Technical Requirements that AI imposes on ODA

(c)Open API

- ・ Open API ロードマップ、検討進行中の APIs、Apache 2.0 mode のライセンスング、Open API マイクロサービス・ラボの開発状況について情報共有と意見交換が行われた。Open API ラボでは IBM と Neural Technologies と共に開発された TM Forum の Open API ラボ 'プラットフォーム'を使って、開発促進を行おうとしている。

(5) 各個別テーマの動き：次世代オペレーション (OSS of the Future、Zero touch network)

TMForum は World Economic Forum の予測する 2 兆ドルのテレコムデジタル市場への推進力として、次世代 OSS のビジョン策定を提案。5G も技術(プラットフォーム化、情報モデリング等)のみでなく、ビジネス要求やマネタイズ、サービス面の検討を開始している。

DT は、5G では、膨大な数の IoT 接続やスモールセル、ネットワークスライス等により、オペレーションが複雑化し、人手を介さない運用自動化が必要と提言。通信キャリアの 5G/IoT 事業には、運用自動化が必要と主張している。

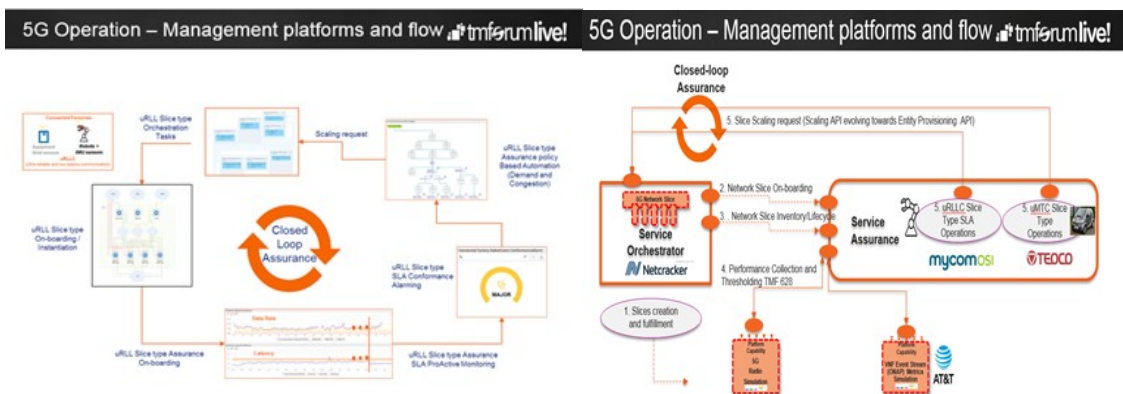
AI を、モニタリング、分析、予測に適用し、オペレーションの自動化を行う (Zero touch operation) 検討が、TMForum ZOOM、ETSI ISG ZSM 他の団体でも始まっている。

ZOOM プロジェクト等が発足当初から標榜した Closed Loop Automation に加え、よりインテリジェントな運用自動化を目指している。

(a)Zero-touch (Closed Loop Automation) のコンセプトと実証例

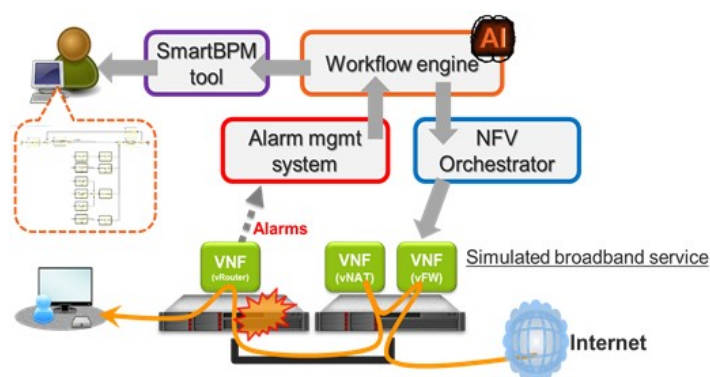
- ・ 人工知能と機械学習を用い システム信頼性に影響を与えるヒューマン・エラーの低減

- ・非常に厳しい SLA を保証するサービス、エンドユーザの要件にリアルタイムに適応させるネットワーク機能の実現
- ・ユースケース例として、TMForum Live! Asia で下記実証を実施 (図 3-19、図 3-20 参照)
 - ハイブリッドネットワークの QoS を保証するクローズド・ループ・オーケストレーション
 - 機械学習技術を用いた SLA 違反の予測
 - アラームデータを分析して障害回復を自動化
 - 5G ネットワークスライシングでのサービス保証
- ・NetCracker 等は、5G ベースの IoT サービスでのネットワークスライスオペレーションのデモを実施 (「5G Service Operations: Closed Loop Assurance of 5G Network Slices」)



(出典)TMFLive2017 –Catalyst”5G Service Operations- Real-Time Service Assurance”

図 3-19 TMForum Live! Asia での実証例 (その 1)



(出典)TMFLive2017 –Catalyst”5G Service Operations- Real-Time Service Assurance”

図 3-20 TMForum Live! Asia での実証例 (その 2)

(6) 各個別テーマの動き : Open Digital Architecture (ODA)

従来の OSS / BSS に替えて、オープンなデジタルプラットフォームのデファクトスタンダ

ードを目指す次世代アーキテクチャである ODA のコンセプトペーパー (17 年 9 月)、ホワイトペーパー発表し、2018 年 ODA プロジェクトを始動した。合わせて TMForum はエコシステムを形成し、デジタルサービスプロバイダへの変革を実現する為に、“Open Digital Architecture(ODA)”のコンセプトを発表している。(図 3-21 参照)

MIT の KDN(Knowledge defined network)に基づき、自動化、最適化、評価提供をクローズド・ループにより運用を行う将来アーキテクチャの議論を開始した。

2018 年 1 月の ODA ホワイトペーパーで、更に要件を詳細化。2018 年 ODA プロジェクトとして始動する。

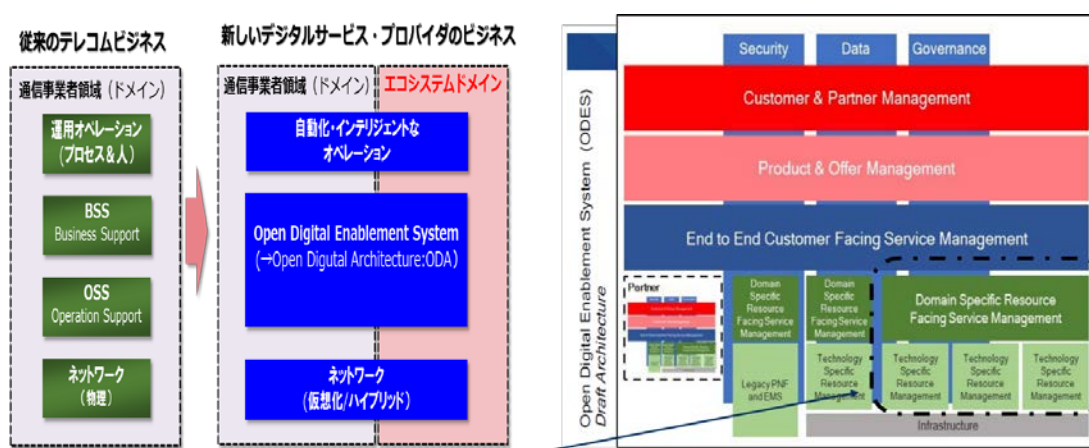


図 3-21 ODA (ODES) アーキテクチャ (ONAP,OSM 両方サポートを想定)

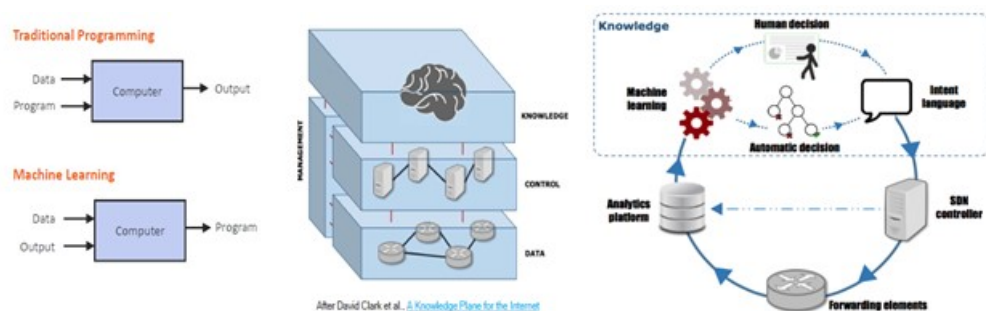
(出典：TMForum, TMForum Future Architecture Strategy Discussion Paper. ODA は当初 ODES と呼称)

【参考】 Knowledge Defined Network (KDN)

MIT は、ネットワーク運用のため、機械学習とコグニティブ技術によるインターネットのナレッジプレーンを提案しており、TMForum は、MIT の KDN(Knowledge defined network) コンセプトによる自動化、最適化、評価提供をクローズド・ループにより運用する将来アーキテクチャの議論を開始している。“Open Digital Architecture (ODA)のコンセプト (17 年 9 月会合時) は以下の通り。

- 人工知能 (AI) 機能と自動化：人を超える高速、複雑な意思決定を行うには、単純な自動化では不足。包括的な知識を活用した人工知能を用いイベントドリブンで管理
- Data-centric：全レイヤ共通データレポジトリ、Intent base ポリシー制御の E-to E 処理
- Open API とマイクロサービス：適切な粒度のサブコンポーネント(Framelet) を TMF Open API を使い組み合わせ製品提供
- Real time：ODA モデルの各層は、情報反映をリアルタイムに行う。障害・性能データや顧客、リソース利用情報は、即時各レイヤに反映

- プラットフォームビジネスモデルとクラウド・ネイティブ機能サポート



出典：After David Clark et al., A Knowledge Plane for the Internet

図 3-22 インターネットのナレッジプレーンの提案

(7) 各個別テーマの動き：AI の適用検討 (Explore AI)

TM Forum Action Week2017 の 9 月会合では、AI-Centric Architecture Vision 講演や AI 探究 (Exploring AI) ワークショップが開催された。

また、12 月 TMForum Live! Asia では AI Live ! (17 年 12 月) の 1 Day セッションが開催され、AI 関連のカタリストデモ Artificial Intelligence Makes Smart BPM (KDDI、Orange 等)、Empowering Business Assurance with Artificial Intelligence (Orange,DT 等) が実施された。

ZOOM OCF チームからは、KDDI 等が寄書を行ったネットワークオペレーションへの AI、機械学習のインパクトを考察した IG1162 impacts of AI/ML on operations R17.5 が発行された。

(a)AI 探究 (Exploring AI) ワークショップ

Gartner 資料をベースに AI に関するチュートリアルや (現状把握分析から、今後何が起き、事象を起こさせるかの分析に注目)、AI・機械学習をネットワークに適用し、CEM、サービス・NW 現状把握や原因分析等の検討について意見交換を行った。また、AI に関する共同作業で参照アーキテクチャ定義、ビジネス価値創造、AI 利用原理や標準フレームワーク、ベストプラクティスに取り組む案や優先度の議論を行った。

さらに、これまでの AI 実証デモの内容を振り返り、今後実施すべきデモ項目について意見交換が行われた。また、AI の適用実証として下記のデモが提案された。

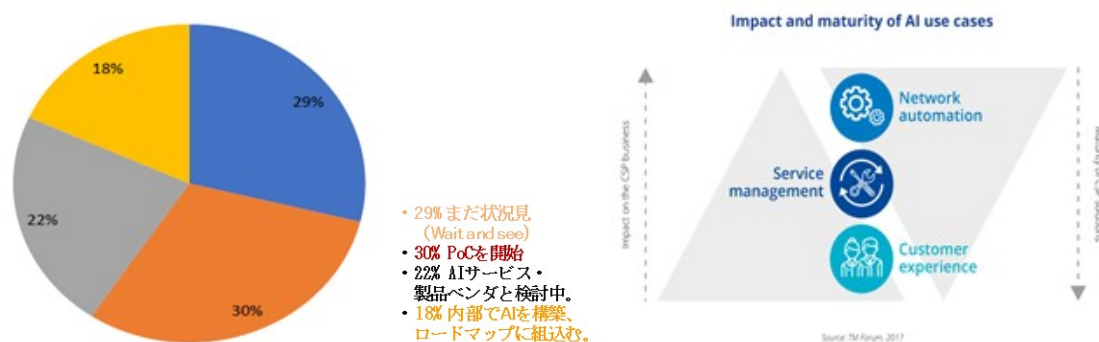
- 障害発生の予測～防止
- ネットワーク性能の最適化
- AI によるサービス品質の閾値やルールの提案
- 製品カタログの推奨

AI Exploratory Collaboration List v2.1 AI ユースケースとして検討中の AI のユースケースのうち、Fraud Detection、Fault Prevention、SDN Self Healing 等が、提供価値が高く、技術難易

度も高いと評価されている。

(b)AI Live!

AI 人材獲得競争の状況や、テレコムや IT 業界、NVIDIA、スタートアップの AI の取り組み事例、TMForum トレンド分析レポート「AI:The Time is now」の 76 通信事業者 (CSP) へのアンケート (70%の CSP が AI 適用を検討) 等の情報共有を行った。



(出典) TMForum:The time is now for AI in telecoms

<https://inform.tmforum.org/data-analytics-and-ai/2017/12/time-now-ai-telecoms>

図 3-23 「AI:The Time is now」の 76 通信事業者 (CSP) へのアンケート結果

(c)TMForum Action Week 2 月会合

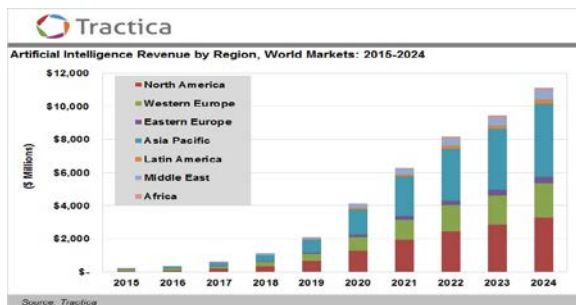
下記の領域ごとに AI セッションが開催され、各領域における AI 適用の要求条件、PoC であるカタリストデモ内容について議論した。

TMForum は、Explore AI プロジェクトを発足。TMForum の役割を AI 産業とテレコムのギャップの橋渡しをすることと位置付け、AI プロジェクトの TOR の議論を行った。

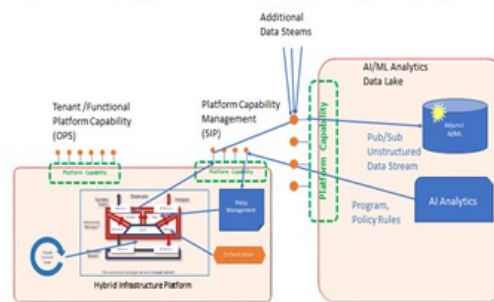
TMForum の企業へのアンケート・サーベイや AI 業界のランドスケープをメンバで共有し、AI から ODA への要求事項やコンセプト実証について議論を行った。

- AI and Telecommunications Bridging the Ecosystems
- AI & Customer Experience; Key Application Areas
- AI Service and Network Management
- AI & Open Digital Architecture; Technical Requirements that AI imposes on ODA

エコシステムのセッションでは、ディープラーニングにより、アナリティクス、画像解析、自動翻訳、自動運転等様々な分野で人工知能導入が進み、2024 年に世界市場は 111 億ドルとなるとの AI マーケットの予測に関する Tractica 社の発表があった (図 3-24 参照)。アジアが最大で、次に米国が大きな市場となる。また、様々な AI 事業者に関する鳥瞰などが情報共有された。



AI/ ML extending HIP Platform Capability Management (SIP)



出典： : Tractica

<https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/artificial-intelligence-for-enterprise-applications-to-reach-11-1-billion-in-market-value-by-2024/>

IG1162 impacts of AI/ML on operations”(KDDI Lab 等)

図 3-24 AI マーケットの予測 (Tractica 社)

(8) 各個別テーマの動き：オープンソース (ONAP) 連携強化

Linux は Networking & Orchestration、Embedded/IoT/Auto、Cloud、Platform、Blockchain、Data Analytics 等、広範な領域をカバーしている。オープンソースの ONAP との連携のため、ONAP user group を発足。BoF で TMF OpenAPI を ONAP にマッピングし、ONAP の Beijing リリースに反映している。

Linux のネットワーク領域のオープンソースには OPNFV、ONAP、OpenDaylight 等、様々なグループが存在していたが、統合化しつつある。ONAP(Open Network Automation Platform) は 2017 年発足し、Vodafone 加入も含め現在、50 社以上加入し(2017 年 9 月講演時)、増加傾向にある。

ONAP の Release 1 は 2017 年 12 月発行予定で、仮想ネットワーク機能のオンボーディングにフォーカスしている。Release 2 は 2018 年前半の予定で、企業・IT 側の end-to-end 管理と、コンテナ技術の実装に関する内容となる。Orange、China Mobile(CMCC)、Huawei、Microsoft は自社の ONAP への取り組みを紹介。OpenAPI のマッピングや PoC 検討に着手している。

※AT&Tは、ネットワークソフトウェア化を進める為、オープン開発プロジェクトを重視し、今後オープンソース系ソフト開発比率を 50%迄あげると発表している。第五世代モバイルネットワークの構築とコアネットワークへの SDN/NFV 導入は、今後の潜在需要に対応するために、欠かせないと考えている。

(9) 各個別テーマの動き：BlockChain

Open Digital Ecosystem のディレクター John Wilmes 氏によって、ブロックチェーンのテレコム領域への適用や、分散型台帳技術 (distributed ledger technology) のデモ等が実施された。

ブロックチェーン適用領域としては、データの完全性が求められる領域での活用が期待されている。例えば、呼の記録、IoT(センサーデータ安全対策)、詐欺(自分の言ったことが改竄されていないか)、分析(データの正確性)、法律規制(ネットワークのカバー領域の申告が適正か)、中立性、音声・画像・映像の確認等。その他、検討の初期段階であるがテレコム領域での適用が有望なユースケースとして、ローミング、ナンバー登録、SLA管理、サービスのマイクロペイメント、LPWAN、スマートコントラクト、NFV管理、課金、ブロックチェーン PaaS 等が挙げられている。

Blockchain のテレコム領域への適用に関するセッションでは、関連標準化団体、オープンソース、アライアンスの関係や用途を分類した。また、Huawei 等が Blockchain の Mobile Money 等での適用例を紹介。TMF ではブロックチェーンのテレコム適用、ユースケース/デモの会議の内容を反映し'17年12月に、TR279 CSP Use Cases Utilizing Blockchain R17.5 を発行した。ニーズ会合で、ブロックチェーンのスマートコントラクトを用いた SLA Management 他、4件前後のデモを予定している。Block chain Sandbox、ユースケースを検討し、TR279 CSP Use Cases Utilizing Blockchain R17.5 を発行。Smart Contract 用いたデモを検討中である。

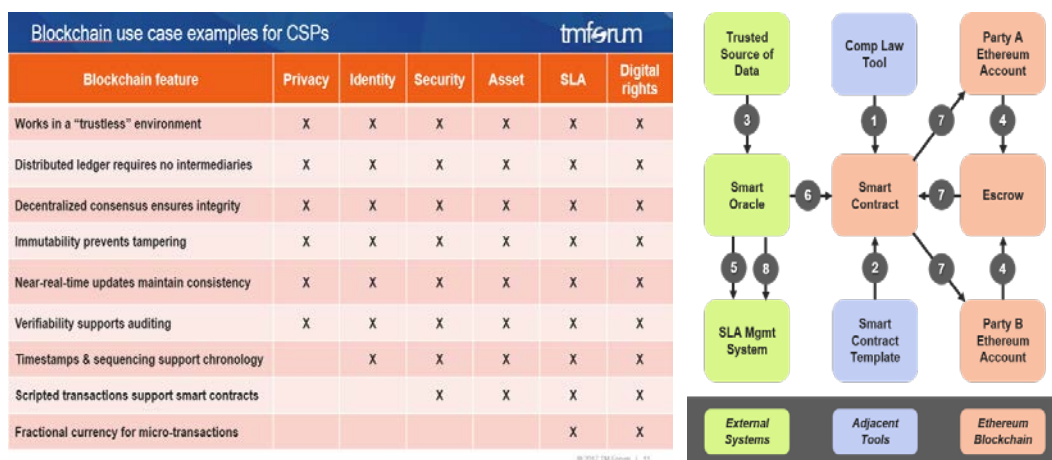


図 3-25 CSP(通信事業) への適用ユースケース (図出典：TMForum)

(10) 各個別テーマの動き：ZOOM

ZOOM OCF グループ (Operation Center of Future AI/ML impacts on operation) では各社寄

書の事例をベースに AI/機械学習へのネットワークオペレーションへの影響を議論した。

KDDI 総合研究所は、Smart BPM カタリスト実証で AI 支援のネットワーク管理を報告。オーケストレーションと障害管理モジュールを AI モジュールと組合せて使用し、AI モジュールは、VNF オーケストレーションに入力する”ワークフロー“を計算。今後、下記標準の検討が必要と提案された。(TMForum カタリストデモ KDDI 総合研究所等)

- AI のビジネスプロセス (知識管理)
- AI のメタモデル
- AI の入力/出力データフォーマット
- ワークフローエンジンと他システムとの間のデータ収集用共通 API
- AI のメトリックス
- 結果が正しいか判定基準
- ポリシー管理
- オペレータ (人間) と機械 (AI) のインターアクション等

その他、VNF Onboarding Workshop、ライセンス管理、VF パッケージ、5G スライス検討が実施された。

(11) 各個別テーマの動き : OpenAPI

プラットフォーム戦略でキーとなるのは API である。TMForum は 2016 年、Open API Suites と Open API Manifest を発表し、現在 50 以上の API を提供している。多様な領域への API 拡大を行い、SmartCity(FIWARE 等)とも連携している。主な会合でハッカソン Open Hack を開催し、TMForumAPI、IBM/ Ericsson/Telu API 及び Vancouver 市のトラフィック等の OpenData を用いて、スマートシティ、IoT、スマートヘルス等のソリューション開発を実施している。マイクロサービスと OpenAPI の開発ガイドライン検討、イノベーションと OpenAPI 導入を加速するため OpenAPI ラボが設立された。

Open APIs deliver interoperability & agility tmforum
 50+ Open APIs, supported and used by 680+ members & 4,600 professionals

35 Open API Manifesto Signatories



図 3-26 Open APIs の支持メンバと API 数の推移 (出典 : TM Forum)

(a)Open Hack-Open API を使ったハッカソン

TMF の Open API 等の産業利用促進のため、IoT や SmartCity ソリューションを 2 日間で作成するハッカソンが開催された。以下の指定プラットフォームや API を使ってソリューションを作成することが条件となる。Vancouver 市のオープンデータや IBM Bluemix platform 等を用いた YVR SmartBin チーム (センサーデータの機械学習、資源の再利用率やカーボンオフセット等算出) が優勝した。

- Sierra Wireless' MangOH IoT platform,
- IBM Bluemix cloud platform,
- TM Forum Open APIs
- APIs from Telus. Sierra

(12) 各個別テーマの動き : CEM(Customer Experience Management)/IoE

Customer Experience Management (CEM) プロジェクトは、loyalty や収益成長、churn やコスト削減等含む顧客管理戦略を策定している。TM Forum は、この会合で“Customer experience integrator project”を立ち上げ、ビジネスモデルや顧客満足度を測る指標、ベストプラクティスを検討している。B2B2X & Monetization & Trust を中心に、自動運転、製造ライン、リモート保守など様々なユースケースを議論した。そして、IoE や 5G のマネタイズユースケースをとりまとめ発行している。

(13) 今後のカタリストデモと次回 TMForum 会合

2018 年 5 月 TMF Digital Transformation World へ 30 数の PoC が検討されている。

AI、ブロックチェーン、5G、スマートシティデモ等を実施予定である。

(14) 各個別テーマの動き (参考) : 運用自動化に関する標準化/オープンソース

インテリジェントなネットワーク運用自動化 (Life Cycle Orchestration) の検討が進行している。2017 年後半、ビッグデータ分析・AI/機械学習を適用した新グループも次々発足している。(表 3-7、図 3-27 参照)

表 3-7 ネットワーク運用自動化に関する各種プロジェクト

プロジェクト名	主な参加企業の例	備考
TMForum ZOOM/CEM (BigData Analytics)	AT&T, Orange, NTT, KDDI総研, NetCracker, Ericsson等	2014年発足、運用自動化の先駆的存在。昨年AIに着目。プロセスの標準化・自動化等を検討
MEF LSO	AT&T, PCCW Global, NEC/NetCracker, Ciena, Nokia等	Zero touch NaaS, SD-WAN Managed Services
OPNFV (Open Platform for NFV)	AT&T, Ericsson, NEC, HPE等	ETSI ISG NFVとOSSコミュニティのハブ的役割も担う。
OpenStack Tacker	Brocade, Red Hat, NEC	MANO領域の欧州オープンソースPJ
OpenBaton	ドイツ研究機関Fraunhofer	
ONAP (Open Network Automation Platform)	AT&T, China Mobile等	Linux Foundation傘下 DCAEでデータ分析
ACUMOS	Acumos AT&T, Techmahindra	Linux Foundation傘下。AIのアプリケーション開発・実行に向けたオープンソースプロジェクト
ETSI OSG OSM	Telefonica等	Facebookが中心となり設立。オープンソース他、RAND, AI and Applied Machine Learning PG
TIP	DT, Telefonica等	
OASIS TOSCA	AT&T, IBM, NEC/NetCracker, Brocade他	TOSCA for NFV, Open Stack Tackerは、TOSCAのVNFメタデータ定義を使用している。
ETSI ISG NFV	AT&T,	ネットワーク仮想化の標準化。フェーズ1 MANOでフェーズ2でIFAで、オーケストレータやIFを規定。
ETSI ISG ENI	中国キャリア企業、Intel等	IETF SUPA (Simplified Use of Policy Abstractions) のポリシーベース管理を参照
ETSI ISG ZSM	DT, NTT, Telefonica, NEC等	標準化団体とオープンソースGrpの協調連携
ETSI NTECH AFI	Orange	GANA (Generic Autonomic network Architecture) モデルの開発
ITU-T FG ML5G	Fraunhofer, 中、韓、露、等	

ETSI ISG ENI

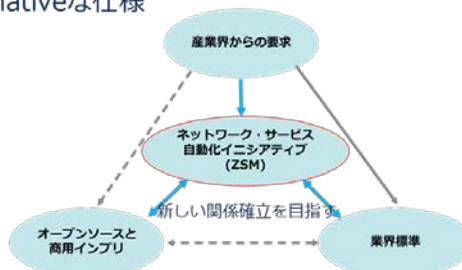
- ETSIは、2017年2月、プレ標準化検討を行うISG (Industry Specification Group) 'Experiential Network Intelligence' (ISG ENI)を設立。
- "Observe-orient-decide-act"制御モデルに基づき、AI (人工知能) 技術とコンテキストウェア・ポリシーモデリングを活用、オペレーション費用削減や、ネットワーク利用保守改善を目的とする。Huawei等、中国企業が主導。
 - ホワイトペーパー「[Improved operator experience through Experiential Networked Intelligence \(ENI\)](#)」を発行。

ETSI ISG ZSM

- DT, Telefonica, NTT, NEC等、12月にETSI ISG ZSM (Zero-touch Network and Service Management)を設立。2018年1月に、Sophia Antipolisで第一回会合を開催。
- 様々な標準化団体、オープンソースコミュニティと連携、Informative Referenceのみでなく、Normativeな仕様 (Group Specification)を策定。

「[Zero-touch Network and Service Management - Introductory White Paper](#)」

(出典ETSI・参照して作成)





米Google、アマゾン、Facebook等 が AI 普及を目指す団体「Partnership on AI」設立。



OpenAIは、人工知能(AI)をオープンソース化する為の非営利の研究機関。AIの知能を測定・学習するためのソフトウェアプラットフォーム「Universe」をリリース



AI and Applied Machine Learning PG設立。
機械ベースのネットワーク監視運用、最適化、計画、顧客サービス最適化、ML-AIデータ交換フォーマット等。



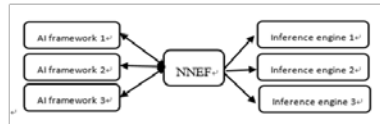
(<https://onnx.ai/>)

AWS、Facebook、Microsoftの3社が設立。ONNX(Open Neural Network Exchange)は、ディープラーニングモデルのオープン標準フォーマットの検討を行う。



(<http://www.khronos.org/>)

Khronos Neural Network Exchange Format (NNEF) はニューラルネットワークモデルの交換フォーマット規格。異なるデバイス間で、ニューラルネットワークファイルを交換。



※FANG : Facebook,Amazon等、巨大ネットハイテク企業

図 3-27 ネットワーク運用自動化に関する各種プロジェクト

(15) まとめと今後の方向性・提言

TMForum では技術だけではなく、ビジネスモデルも重視し、あわせてアジャイルな IT プラットフォームの検討に注力している。

(a)まとめ

- TMForum は API を活用し、B2B2X ビジネスや新しいデジタルサービスへの取り組みを行っており、海外通信業界他の共通課題等を幅広く知ることができる。
- TMForum はビジネスモデルと IT プラットフォーム戦略を推進しており、通信とサービスを連携させたビジネスシナリオ設計、エッジ、IoT 等活用したデジタルサービス創出を行っている。収益化を検討するカタリストや Frameworkx 検討の中で、パートナーシップや標準を形成しており、今後も重視すべき団体と考える。また、ネットワーク自体のコモデティ化が進む中、グローバル化と地域特性に応じたグローバル化、海外企業含むエコシステム形成への対応を強化すべきと思われる
- 5G、IoT の発展に向け、AI 等を用いた運用自動化の検討団体が増加。対象はプロセス、API、データフォーマットと幅広い。産業連携のためには標準化が必要。
- ネットワークへの AI 適用は、事象分析・見える化から、予測予防へ進む見込み。単純な自動化でなく包括的知識活用、イベントドリブン管理が求められる。
- AI 運用自動化の動向調査を通じ、人材育成と共に AI と人間との補完関係、説明可能性 (Explainable AI)、運用ルール、データ利活用等の検討・整備が必要と思われる。

(b)今後の方向性、提言

今後、IoT、5G、AR/VR、4K/8K 等の導入に伴い、業界をまたがる様々なネットワークに

において、トラフィックが爆発的に増加することが予想される。こうした中で、データフローの安全性、信頼性を担保しながら、よりフレキシブルな、またオペレーション、設定等を自動化し、個々の要件にも容易にカスタマイズ可能なネットワークインフラが求められる。また、サービス導入期間の短縮や、Customer Experience の向上が期待される。

通信関連企業では、ネットワークの安全性を担保するため、AI の機械学習機能等を活かし、シスログ分析、異常検知、劣化要因分析、トラフィックの品質、需要予測、業務ワークフローの可視化・最適化等、研究に着手している。ネットワークオペレーションの自動化 (Zero touch operation/Closed loop automation) は、大きな関心事項となっている。

TMForum の会合講演でも引用された WORLD ECONOMIC FORUM のレポートによれば、SDN と NFV の導入普及により、オペレータと装置事業者に 220 億ドルの価値をもたらすと試算されている。特に労働人口の減少が見込まれる将来において、ネットワークのインテリジェント化、オートメーションによる省力化は、喫緊の課題である。更に、2 億トンの CO₂ 削減、コストや資源削減等、様々な環境的効果も期待されている。様々な情報 (データ含む)、技術の組み合わせによる新しい価値創出、全体の調整チューニング、技術の摺合せによる性能の磨き上げは、日本が得意としてきた領域ともいえる。ネットワークの知見を活かし、AI 技術も活用しながら最適な配置バランスを全体設計し、国際的に提言していくことが今後重要と思われ、社会課題解決ソリューションの検討などグローバルな課題解決にも役立つと考えられる。

【参考 1】 TMForum Action Week 会合参加企業分布(2017 年 2 月)

2018 年 2 月会合の企業別参加者数情報を入手できなかったため、参考に 1 年前の 2017 年 2 月リスボン会合の企業別参加者数分布 (TMF から情報入手し作成) を示す。リスボン会合では OpenAPI のハッカソンが開催されたため、今年の 2 月会合より 50 名程人数が多いが、Huawei の参加者が群を抜いていた。(図 3-28 参照)

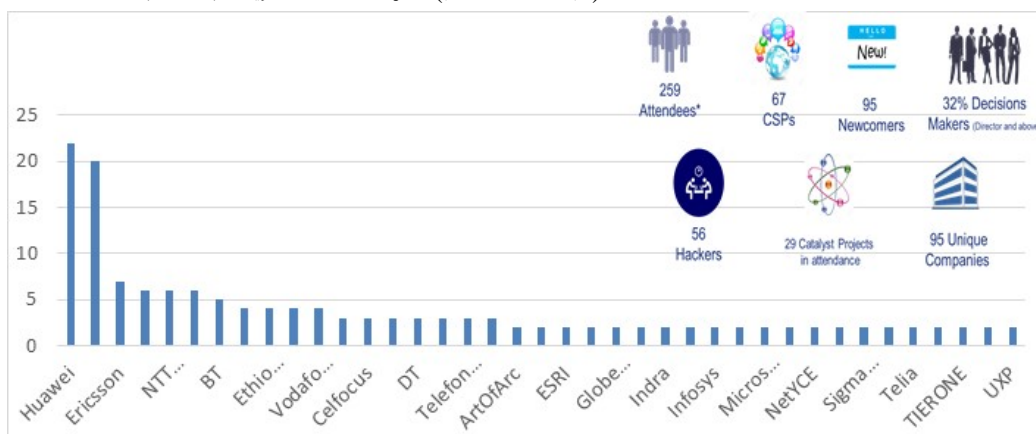
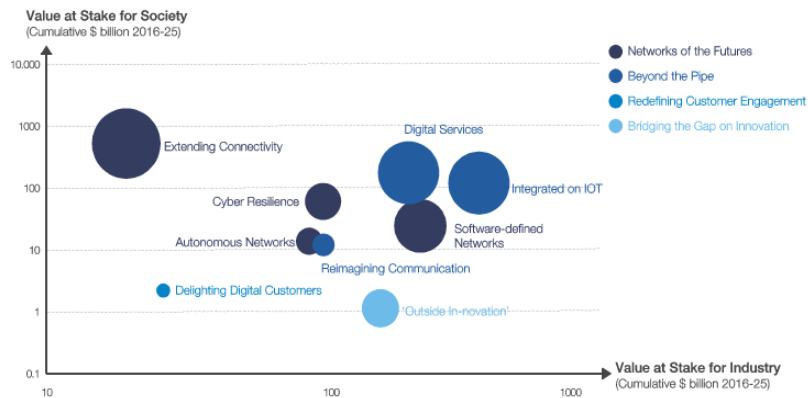


図 3-28 TMForum Action Week 会合に参加した企業の分布

(参考 2) World Economic Forum ホワイトペーパー, “Digital Transformation Initiative Telecommunications Industry”

WEF (World Economic Forum) は、今後のテレコムの市場規模、導入による環境的効果を分析。2兆ドルのデジタル市場を予測。デジタルサービス、IoT インテグレーション、SDN、途上国への接続拡張、Autonomous Networks 等が、産業や社会へビジネス機会をもたらすと予測している。Autonomous Networks(運用自動化) は一定の市場規模があるが、それよりもデジタルサービス、IoT のインテグレーション、SDN、接続拡張で大きな付加価値が見込まれている。(図 3-29 参照)

Figure 6: Mapping the Value of Digitization in the Telecom Ecosystem for Industry and Society, 2016-2025



Note: Bubble size represents the total cumulative value at stake for industry and society between 2016 and 2025. The value at stake from digital initiatives *Winning the Battle of Ecosystems*, *Transforming for a Digital Workforce*, and *Brand Atomization* has not been quantified. Source: World Economic Forum/Accenture analysis

出典：World Economic Forum のホワイトペーパー, “Digital Transformation Initiative Telecommunications Industry

<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-telecommunications-industry-white-paper.pdf>

図 3-29 テレコムエコシステムにおけるデジタル化の価値

3.5 IETF に関する詳細調査の概略

3.5.1 組織概要

目的	インターネット技術の標準化のために 1986 年から草の根的に設立された団体。インターネットで運用される技術の標準化を行うため、Internet Protocol をベースに基本的に OSI ネットワーク参照モデルで第三層以上の技術を扱う。
組織構成	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術的な内容及び作業に係る責任は Internet Engineering Steering Group (IESG) が担う ・ IETF は、Internet Architecture Board (IAB) のタスクフォースの一つであり、IAB が定めるインターネットの標準化プロセスの方針に従い活動を行う。IAB の上位組織の Internet Society (ISOC) は資金面等での支援。 ・ IETF には以下のエリアが設けられている。各エリアは技術テーマ毎にワーキンググループ(WG)を作成し、標準化作業はそれぞれの WG で行われる。 ART Applications and Real-Time: 42WGs GEN General: 1WG INT Internet: 19WGs OPS Operation and Management: 16 WGs RTG Routing: 24WGs SEC Security: 19WGs TSV Transport: 15 WGs 注：WG 数は IETF100 開催時点 <p>【今回の調査テーマに主に関連する組織】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ART(Application and Real-Time)、TSV(Transport)など
メンバ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 個人での参加が前提。 ・ IETF99 (チェコ) では 55 か国、リモート参加含め約 1200 名が参加。 ・ IETF100 (シンガポール) では 78 か国、リモート参加を含め約 1500 名が参加。

3.5.2 今回調査テーマに関する標準化活動の状況と展望 (概要)

調査テーマ	今後の標準化の展望
IETF トランスポートエリアにおける標準化動向及び技術トレンドの調査	<p>TCP などに代表されるトランスポート技術は、インターネットの通信技術の中で中心的な役割を担い、長い歴史を持っている。昨今の技術革新や技術トレンドの変遷により、IETF ではこの技術に関する議論が活気を帯びている。</p> <p>トランスポート技術は、TCP/IP プロトコルスイートの中核である。この技術の標準化動向や技術のトレンドを把握することは、インターネット技術の方向性を見極める上で重要な役割を持つものと考えられる。トランスポート技術の高度化トレンドの概要は次のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> －マルチパス通信 (複数の IP アドレスを用いたサービスへの要求の高まり) : 複数の通信経路を利用することによるスループット向上、信頼性向上、マルチパスを利用する移動通信への対応 －暗号化 (情報流出を防止するため、トラフィックの暗号化の強い要請) : Pervasive Surveillance などへの対応

	<p>－輻輳制御 (高スループット技術) : ネットワークの高速、大容量化に伴うプロトコル高速化の要請</p> <p>－Middlebox (注) 問題への対応 (Middlebox の干渉をどの程度許容、どの程度拒否してプロトコルを設計するか)</p> <p>注 : 伝送ポリシーを強制的に適用するためのインターネットの装置 (ファイアウォール、ネットワーク・アドレス変換器、侵入検知システムのシグネチャ管理、マルチメディア・バッファ管理など) のこと。特に、UDP パケットがファイアウォールと NAT を通過する必要がある場合に、ファイアウォールと NAT は、いろいろなインターネットプロトコルにおいて問題を引き起こすので、IETF はこれを解消するプロトコルの標準化に取り組んでいる。</p>
<p>IETF が策定する国際化技術とそれらを活用する IoT 技術の動向調査</p>	<p>アプリケーション技術や認証技術で用いる識別子やパスワードで使われるさまざまな国や地域で利用される文字集合を円滑に利用できるための技術の標準化動向について調査。その結果、次の領域で関連する検討が実施されていることが分かった。</p> <ul style="list-style-type: none"> -ART エリアの dispatch WG/core WG/uta WG -INT エリアの dnssd WG -SEC エリアの tls WG など <p>調査の結果、Net-Unicode ではなくPRECIS Framework による文字列変換処理を使用する提案が必要であることが判明。</p>
<p>IoT 基盤技術としてのアプリケーションプロトコルとアーキテクチャ (IETF ART エリアの標準化動向と IoT との関連性の調査)</p>	<p>IETF の ART area では、IoT 基盤技術としてのアプリケーションプロトコルやアーキテクチャに関する議論が活発に行われている。今回は IoT 関連の議論が活発な Captive Portal や DNS over HTTPS に注目した。</p> <p>Captive Portal は、M2M アプリケーション間のプロトコルや IoT 機器を接続する基盤技術である無線ネットワークのアクセスコントロールを担う。また、DNS over HTTPS は、DNS クエリの問い合わせに対し HTTPS を介して end to end の通信の暗号化を可能にするもので、M2M アプリケーション間の通信にも取り入れられると考えられている。</p> <p>ART area の他の WG を含め、Hackathon での実装・相互接続テストの活動にも積極的で、このような活動が標準作成のスピードアップに貢献している。</p>

3.5.3 IETF(Internet Engineering Task Force)の概要

IETF は、インターネット技術の標準化のために草の根的に設立された団体である。1986 年に最初の IETF 会合を開催してから、2017 年 11 月の会合で 100 回目を数える。IETF には特別な参加資格はなく、参加意思のある個人は自由に参加することができる。各参加者は企業や組織の代表としてではなく、一個人として意見を述べるのが前提となっている。

IETF の活動は、インターネットコミュニティ全体の方向性やインターネット全体のアーキテクチャに関する議論を行う IAB(Internet Architecture Board)によって管轄されている。IAB は、選挙によって選ばれた 13 人のメンバから構成される。IAB は、IETF の技術的な活動を管轄する IESG(Internet Engineering Steering Group)メンバの承認を行う。IESG は、Internet Engineering Task Force の議長と IETF の各エリアのエリアディレクターなどから構成されて

いる。

IETF はインターネットで運用される技術の標準化を行うため、Internet Protocol をベースとした OSI ネットワーク参照モデルで第三層以上の技術を対象としている。基本的な方針として、“on-the-wire” (ネットワーク中を流れる) 技術にフォーカスを当てているため、ノード内のアプリケーション間で利用される API の様な技術に関する標準化は扱わないことになっている。

IETF コミュニティの特徴として挙げられるのは、そのオープン性である。「We reject kings, presidents, and voting; we believe in rough consensus and running code」という David Clark 氏によるフレーズは、「議論は投票ではなくラフコンセンサスにより決定し、実装・運用を並行して行いながら、標準化プロセスを進めていく」という IETF 独自の考え方を意味する。IETF はメーリングリスト、発表資料、RFC やインターネットドラフト等の書類が全面的に公開されている。

IETF の標準は「実装」や「実運用で使われること」が重要視されている。そこで、IETF の議論を実装・実運用の面から推進する「IETF Hackathon」がある。通常、会合直前の2日間開催され、各個人や企業が IETF で標準化中のプロトコルやアーキテクチャのモックアップを実装、そして実装したものを持ち寄って相互接続テストを行う。特に、近年の IETF では Hackathon を用いて相互接続テストや実装を並行して行うことで、標準化の議論が活発化する傾向があり、まさに「Running code」の文化が顕著に表れていると言える。オープンソースコミュニティから「標準化団体はプロセスのスピードが遅い」と揶揄されることがあるが、IETF では Hackathon のような取り組みにより、標準化の速度をより早めている。

IETF では、近年注目されている最新の技術に関連する多くの課題にも取り組んでいる。IETF には姉妹組織として IRTF (Internet Research Task Force) があり、IETF の議論に重要な影響を与えている。IRTF では、将来的に重要となりうるインターネット技術に関する議論を RG (Research Group) ごとに行い、IETF で標準化や議論の必要性があると認識されると、作業部会 (WG) や Birds of a Feather (BoF) が開催される。このような IRTF のプロセスを経て 2017 年秋口に、DINRG (インフラストラクチャサービスの分散化に関する RG) が設立され、本 RG ではブロックチェーンに関する議論が活発に行われている。こうした背景から、IETF においても今後、ブロックチェーン関連の議論が盛んに行われる可能性がある。

3.5.4 IETF における標準化組織と標準化プロセス

IETF では多岐にわたる技術テーマを「エリア」と呼ばれる枠組みに分類しており、現在、

7つのエリアが存在する。IESGの中には、Area Director という役職を持つメンバがおり、1つのエリアに2~3名のArea Director が割り当てられ、各エリアの活動を監督している。以下に現在のIETFのエリアとその扱う技術トピックについて説明する。

- Applications and Real-Time Area (art) : 動画、音声などのリアルタイム通信をサポートするプロトコル、http, email, ftp などのアプリケーションをサポートするプロトコル、アプリケーション間で共有される URI スキーム、MIME タイプ、認証メカニズム、その他のデータフォーマットの標準化を行う
- General Area (gen) : IETF 標準化プロセスや会合の開催地の決定プロセスなど IETF の活動全般や運営に関する議論を行う
- Internet Area (int) : IP 層プロトコルを中心とした技術(IPv6, IPv4, DNS, DHCP, router 設定、モビリティ、リンク層技術など)の標準化を行う
- Operations and Management Area (ops) : IPv6 オペレーションや DNS オペレーションなど運用に関する技術の標準化を行う
- Routing Area (rtg) : 経路制御プロトコルのメンテナンス及び機能拡張、新技術の開発、トラフィックエンジニアリングなどに関する技術の標準化を行う
- Security Area (sec) : アクセス制御、暗号化、認証技術などセキュリティに関連する技術全般の標準化を行う
- Transport (tsv) : TCP,UDP などのトランスポート層プロトコルや、輻輳制御、資源予約プロトコル RSVP などに関連する技術の標準化を行う

エリアの中には、各エリアの対象テーマからさらに細分化された特定のトピックを扱うワーキンググループが存在する。ワーキンググループの数には特に制限はなく、必要に応じてワーキンググループが作成され、議論が終了した場合は閉鎖となる。ワーキンググループへの参加には特に制限はなく、大多数のIETFメンバは、複数のワーキンググループに参加しているものと思われる。IETFにおける標準化の議論は、このワーキンググループを通して行われる。従って、ある技術テーマの標準化に興味があるならば、その技術テーマを扱っているワーキンググループを見つけ参加すれば良い。IETFの中には現在100を超えるワーキンググループが存在している。各ワーキンググループには2から3名の議長がおり、共同でワーキンググループ内の標準化作業を統括している。

IETFの標準化ドキュメントはRequest for Comments (RFC) と呼ばれており、その前段階のドラフト文書がInternet Draft (I-D) と呼ばれている。このI-Dは提案やまとめた情報があれば誰でも執筆・公開可能である。RFCは技術標準だけでなく、管理情報や用語解説、有益な参考情報をまとめたもの、実験レポート等インターネットのすべて情報を網羅するものとなっている。RFCは、RFC1310にて以下の分類が定められている。

- Standard(標準)

- Draft Standard(草案標準)
- Proposed Standard(提案標準)
- Experimental(実験報告)
- Informational(情報提供)
- Historic(歴史的)

IETF における標準化過程は **Proposed Standard** から始まり、最低半年以上の運用経験を経た上で他の実装との相互接続等の実績を通じて **Draft Standard** となる。そして、インターネット上で広く利用され、4 ヶ月以上の検証を行った後に **Standard** となる。現在、8,335 以上の RFC が発行されており、その技術的な内容及び作業に係る責任は **Internet Engineering Steering Group (IESG)** が担っている。

3.5.5 IETF トランスポートエリアにおける標準化動向及び技術トレンドの調査

(1) トランスポートエリアの活動状況

トランスポートエリアには現在 12 のワーキンググループが存在している、近年活発に活動しており、将来的にインターネット全体に影響を与える可能性のある **WG** とその活動内容について以下に報告する。

- **Multipath TCP WG**

Multipath TCP WG は、TCP のマルチパス拡張の標準化を行う **WG** である。従来の TCP は複数のアドレスを使った通信を行うことがなかったが、**Multipath TCP** 拡張を用いることにより、同時に複数のアドレスを使った通信が可能になる。この機能を利用することにより、高スループットや高堅牢性通信や移動通信などを実現することが可能となる。現在 **WG** ではコアプロトコルの仕様を定義した RFC6824 の改定版である 6824bis の標準化を進めている。6824bis と RFC6824 の大きな違いは、3 way-handshake によるコネクションセットアップ時に TCP オプション領域の消費を減らす設計が追加された点である。

また、6824bis では 6824 の運用経験から発見されたセキュリティ上の問題点の修正や、使われていない機能の見直しなどが行われている。RFC6824 は **Experimental RFC** であったが、6824bis は **Standard Track** の RFC となることを前提に議論が進められている。現在、Apple, Oracle などが自社製品に **multipath TCP** を実装しており、オープンソースの **Linux** 実装も広く利用され始めている。

- **TSVWG (Transport Area) WG**

TSVWG WG は、TCP に特化しないトランスポートプロトコル関連の技術の標準化を

行う WG である。具体的には再送タイムアウト時間の計測方法や、後述する輻輳制御技術 ECN(Explicit Congestion Notification)の様なトランスポートプロトコルに共通する技術や SCTP (Stream Control Transmission Protocol) や UDP (User Datagram Protocol) などの TCP 以外のトランスポートプロトコルの標準化などを行っている。

現在 TSVWG では、ECN 技術の再設計に関して活発な議論が行われている。ECN とは図 3-30 の様に輻輳を検出した中継ノードがパケットに ECN マークを付加することにより、受信ノードが輻輳の存在を把握し、送信ノードにフィードバックを行う仕組みのことである。この ECN の技術は約 15 年前に標準化されたが、近年までそれほど広く活用されてなかった。

しかし、ECN を利用してデータセンタ内の通信の効率化を行う Microsoft 社の DCTCP (Data Center TCP)の研究成果、それから Apple 社が実施した大規模な ECN の到達性の実験が良好な結果を示したことなどから、IETF において ECN を再設計し、広くインターネットで利用していくための議論がここ数年活発になっている。

この活動の一環として TSVWG では、99 回と 100 回会合において、ECN を規定している RFC3168、RFC3540 などの内容を更新する RFC8311 を承認することを決定した。RFC8311 が定義されたことで、ECN-nonce 用に割り当てられた TCP ヘッダ中のビットが別の機能に割り当てられることになり、約 15 年ぶりに TCP ヘッダのフォーマットが更新されることとなった。

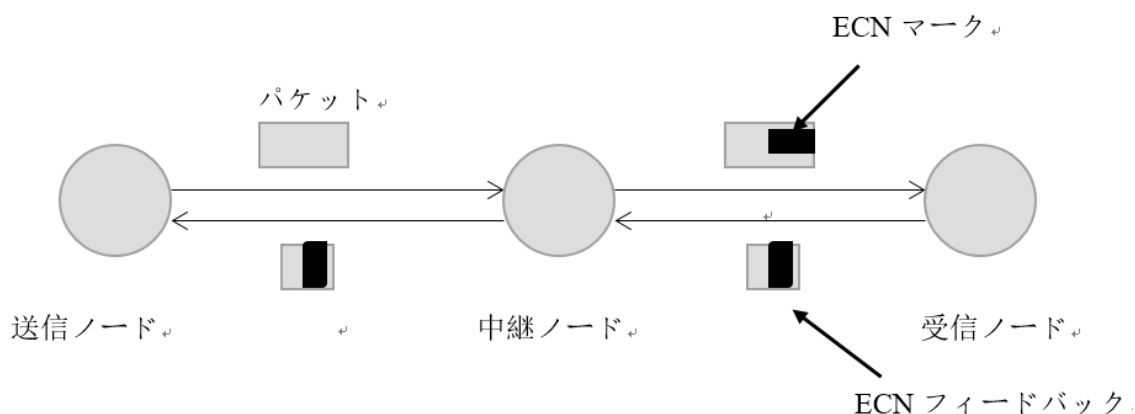


図 3-30 ECN の仕組み

- TCPM WG

TCPM (TCP Maintenance and Minor Extensions) WG は、TCP の比較的小規模な拡張と問題点の修正の標準化を行う WG である。TCP は 40 年近い長い歴史を持つプロトコル

であり、様々なネットワーク製品に実装されているため安定的な技術の進展が要求されている。このため TCPM WG では、TCP に関する安全性、安定性に懸念のない標準化に焦点を当てている。

マルチパス通信や暗号化機能など TCP に対して大きな変更が必要となる実験色の強い技術に関しては、Multipath TCP WG や TCPINC WG の様に専用の WG を設立して個別に議論を進めていくことが、現在の IETF の合意となっている。ここ数年の TCPM に関する提案には、前述した ECN の変更に関連したものと、輻輳制御アルゴリズムに関連したもの、TCP ヘッダの可変長のオプションスペースに関連するものが多い様に思われる。この3つのトピックに関する WG の状況を以下に解説する。

- TCP オプションスペース：TCP ヘッダのオプションスペースは、TCP に拡張機能を利用する場合に活用されるヘッダ中の領域であるが、この領域が最大で 40 バイトまでしか拡張できないことが近年の TCP の大きな問題点となっている。マルチパス機能や暗号化機能など、従来の TCP になかった新しい機能に対する要求が高まりつつあるからである。第 99、100 回の IETF 会合ではこの部分に関する大きな進展はなく、引き続き議論を継続していくこととなった。
- ECN：現在 IETF のトランスポートエリアにおいて、ECN の変更がアクティブな議題となっている。TCPM WG においても ECN を TCP で利用する新しい提案について活発に議論を進めている。このうちの 하나가、Alternative Backoff である。Alternative Backoff では、ECN によって輻輳が検出された場合、転送速度を 80% に低減することを提案している。この提案は現在最終調整の段階にあり、程なく RFC として発行される見込みである。Alternative Backoff が承認されれば、ECN を利用すれば、利用しない場合よりも高いスループットを得られる可能性が高くなることから、これが ECN 技術を積極的に利用するインセンティブとなることが予想される。
- 輻輳制御アルゴリズム：現在 TCP の輻輳制御に関する議論が、TCPM WG や IRTF の ICCRG などで高まりつつある。この背景には、TCP の標準である RFC5681 ベースの輻輳制御アルゴリズムによる保守的な制御は、輻輳の可能性に対して過度に反応する傾向があるため、近年の高速転送に対する要求に対してあまり適切ではないという意見が増えてきたことが挙げられる。Google 社、Apple 社や Microsoft 社のような大規模なネットワークバックボーンと膨大なユーザ数を持つ企業が、広範囲にわたるトラフィックの計測結果を公開し、それに基づいた提案を行っていることも、このような意見が増える要因の一つとなっている。広範囲のインターネットトラフィックの計測結果は、インターネットの安定性に懸念を持つ参加者を説得する

際に有用なデータとなっているのである。

現在 TCPM WG では Microsoft 社の開発した DataCenter TCP と Linux における標準の輻輳制御アルゴリズムである Cubic の標準化に関する議論を進めている。DataCenter TCP は本来データセンタ用に開発された輻輳制御アルゴリズムであり、管理ネットワーク内のみで利用することが推奨されているが、今回これを Information RFC として発行することが承認された。また、第 100 回会合において、Cubic の標準化の第一歩として、仕様を Information RFC として発行することを合意した。

- QUIC WG

QUIC WG は、2016 年に設立されて以来トランスポートエリアで最も高い注目を集めているワーキンググループである。QUIC WG では、新しいトランスポートプロトコル QUIC の開発を進めている。QUIC は元々 Google 社 が以前に自社サーバと Chrome ブラウザ間の通信用に開発したものであるが、インターネット上で大きな成功を収めた事を受けて、IETF で標準化を開始したという経緯がある。

Google が開発した当初の QUIC と、現在 IETF で標準化が進められている QUIC は、コンセプトは同じであるがプロトコル仕様は別物であり互換性はない。第 99 回、100 回会合では、RTT の計測方法、ECN のサポート、実験結果等が議論された。QUIC の標準化はまだ初期段階のため、数多くの議題がありしばらく議論が続くものと予想される。しかしながら、将来 TCP よりも有力なトランスポートプロトコルになるという意見もあり、今後も注目すべき技術である。

- TAPS (Transport Services) WG

TAPS WG は、トランスポートプロトコルが提供する様々な機能に適した API に関する標準化を行っている。IETF では API の標準化は行わないが、TAPS では API をデザインする上での必要な要素技術やガイドラインに関する標準化を進めている。TAPS WG が設立された背景には、マルチパス通信や暗号化通信、さらには QUIC の出現など、近年のトランスポートプロトコル周辺が大きく進歩しているのに対して、既存の Socket API を単純に拡張するだけでは新しいサービスをうまく利用することができないという懸念が大きくなってきたことが挙げられる。

TAPS WG ではトランスポート層で提供できる・すべきサービスを整理し、それらを統一的に扱うことのできる抽象化された API のモデルを策定することを目的としている。TAPS WG は設立されて間もないワーキンググループであり、今回の会合では個別の提案の進捗発表に終始し大きな進展は見られなかったが、今後の動向について注目

すべきものと思われる。

- TSVAREA

TSVAREA 会合は、ワーキンググループによる会合と異なり Area Director が主催する会議である。この会議では、Area Director によるエリア全体の総括や各ワーキンググループの活動の報告が行われる。またこの他にも Area Director が今後トランスポートエリアに関連しそうなテーマを選定し、紹介・発表を行うこともある。過去には、QUIC がまだ google 社内で開発中であった頃に、TSVAREA 会合において QUIC 開発者による発表が行われ、これが結果的に QUIC WG の設立に繋がったことがある。

今回の TSVAREA では、調査者による不揮発性メモリに向けたネットワークスタック設計である PASTE の研究が Area Director により選定され、発表を行った。この研究は、不揮発性メモリの登場によって現在のアーキテクチャであるネットワークスタックとストレージスタックを別々に設計することに限界があることを示し、これらのスタックを統合的に設計して効率的に永続データを扱うことを提案するものである。発表後には、TAPS WG の主要メンバと、統合の可能性について議論を行うことができた。

(2) 今後の展望

現在インターネットで利用される通信技術群の構造は、Hour Glass (砂時計)モデルと呼ばれることがある。これはこれらの技術群をレイヤ順に並べると、概ね図 3-31 に示したような構造になることに起因している。

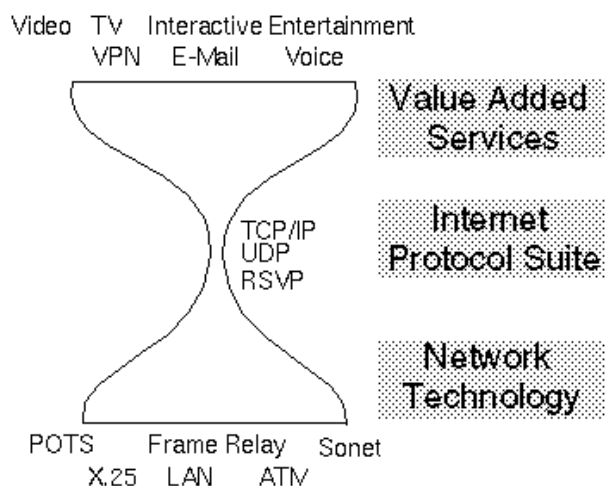


Figure 1: Hourglass-model of the Internet

図 3-31 インターネット技術群の構造 (<https://www.isoc.org> より)

図 3-31 に示す様に、上位層にはインターネットで様々なサービスを提供するための技術が多数存在している。一方、下位層にもネットワークの基盤となる多数の技術が存在している。しかしながら中間のネットワーク層、トランスポート層の部分では標準となる技術は数えるほどしか存在しない。インターネットを流通するトラフィックで利用されるトランスポート層の技術は、現状 TCP と UDP (User Datagram Protocol) の 2 つのみである。

TCP と UDP の違いの一つは輻輳制御技術の有無である。自律分散環境であるインターネットにおいては、通信する各ノードはネットワーク全体の混雑を避けるために転送速度を適切に調節する必要があるが、この仕組みを担っているのが TCP の輻輳制御機構になる。TCP が現在のインターネット全体に与える影響は極めて大きいので、トランスポート層の技術は重要である反面、その改定に関して慎重になる傾向があり、長い間それほど大きな進展がなかった。

しかし最近では、トランスポートに関する議論がかなり活発になっている。例えば Google 社は、Web 技術を高速化するトランスポート技術 QUIC の標準化を積極的に進めている。また Apple 社は、複数通信経路を同時に利用できる Multipath TCP の技術を Siri などのサービスに利用し、技術の普及、標準化に貢献している。その他 TCP Fast Open、Initial Window 10、Datacenter TCP など、TCP を高速化する改善案も Google 社や Microsoft 社などを中心に数多く提案され活発に標準化が行われている。

TCP の暗号化技術についても専用のワーキンググループが設立され、標準化が進められている。この活発な状況は、これから数年間の間にトランスポート層技術が大きく変化する可能性を感じさせる。インターネット全体に影響を与えるトランスポート技術の標準化動向や技術のトレンドを把握することは、将来のインターネット技術の方向性を見極める上で今後さらに重要な役割を持つものと考えられる。

最後に今回の調査から得られた現在のトランスポート層関連技術の傾向の総括として以下の 4 つの技術要素を挙げる。今後もちこれらのポイントに着目して研究開発・調査を継続していきたい。

- マルチパス通信：インターネットの経路の複雑化、多重化により通信ノード間の経路が複数存在するケースが増えてきている。この複数の経路を同時に利用することにより、転送効率を向上させたり、通信の信頼性を向上させたり、スムーズな移動通信の実現を図る動きが高まっている。このため Multipath TCP の様なマルチパス通信機能への関心が高まっている他、QUIC WG でもマルチパス通信機能のサポートが活発に検討されている。

- 暗号化:スノーデン事件などで大きく注目された **Pervasive Surveillance** への対策として、**IETF** では様々な領域でできる限り通信トラフィックを暗号化していく試みが進んでいる。**TCPINC WG** で進めている **TCP** の暗号化拡張、暗号化を前提とした **QUIC** の設計はこの様な活動の一環である。
- 輻輳制御:輻輳制御は長い間 **IETF** で議論の対象となっているトピックであるが、近年、特に高速、低遅延通信に適した技術への関心が高まっている。これはネットワークの大容量化、高速化に対応するためにトランスポートプロトコルを進化させたいという要求が、大規模サーバ群を所有する企業などから高まっていることが要因となっている。
- **Middlebox** への対応 : **Middlebox** の問題は、近年トランスポートプロトコルを拡張していく上で重要な議論のポイントとなっている。トランスポートプロトコルを安全に拡張するためには、パケットを完全に暗号化するなど **Middlebox** の干渉を一切許可しないアプローチも考えられるが、**Middlebox** には通信の性能計測や問題点の発見、さらにはロードバランサの様な通信サービスを向上させる技術も存在する。**Middlebox** の干渉をどの程度許容、どの程度拒否してプロトコルを設計するかという議論はまだ収束していないものの活発に議論され、様々なアプローチが提案されている。

3.5.6 IETF が策定する国際化技術とそれらを活用する IoT 技術の動向調査

(1) 調査の目的

IoT サービスでは、利用者の身の回りにあるモノを情報資源として活用する。このため、これらの情報資源を利用者の地域や文化圏で一般的に使用する文字を用いて指し示すためには、情報資源の識別子が国際化されている必要がある。また、IoT サービスの情報資源の中には、閉じた系の中での利用が想定されたものもあるが、将来、その閉じた系の中で利用されていた情報資源がインターネット上の情報資源として広く活用されることが期待されているという特徴もある。したがって、このような特定の地域や文化圏と親和性が高く、かつ、インターネット上で広く参照されることが求められる情報資源名には標準化された国際化技術が必要となる。このため、アプリケーション技術や認証技術で用いる識別子やパスワードの動向という観点から、インターネット技術の主要なプロトコルの策定を行なっている標準化団体である **IETF** を対象とし、**IETF** が策定する国際化技術とその活用が期待される IoT 技術の国際標準化動向の調査を行なった。

(2) 情報資源を参照するための識別子や認証に用いる ID やパスワードとして利用する文字列の標準化状況

IETF ではインターネットの利用地域拡大に伴い、電子メールや **HTML** の本文で利用する

文字列をはじめ、情報資源を参照するための識別子や認証に用いる ID やパスワードとして利用する文字列に ASCII 文字集合の範囲外の文字を含むことが求められ、いくつかの国際標準が作成されてきた。

1990 年代初頭には、電子メールの拡張方式である Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME)の標準化により、電子メールや HTML の本文で ASCII 文字集合以外の文字を扱うことが可能となり、今日では本文に国際化文字列を含んだ電子メールや Web ページを日常的に利用することが可能となっている。

なお、IETF では、主にアプリケーションプロトコルやセキュリティプロトコルで国際化文字列を使用する場合は、文字集合として ISO/IEC 10646(Unicode)を使用することとし、その符号化方式は UTF-8 とする必要があることが提案され、必要に応じて RFC に "Internationalization considerations" というセクションを用意すべきであるとしている。このため、RFC3629(旧 RFC2279)によって、ASCII 文字集合と互換性を持つ UTF-8 の扱いについて定義されている。

また、RFC6365(旧 RFC3536)において、IETF における国際化はプロトコルで非 ASCII 文字集合を扱えるようにすることであると定義が行われ、UTF-8 を許容するプロトコルが策定されるようになった。しかし、UTF-8 を識別子やパスワード等のプロトコル要素として使用した場合、利便性や安全性の観点から文字列の照合の精度を向上させるための文字列変換処理やプロトコル要素として不適切な文字が含まれていないかを確認するための仕組みが必要となる。

そこで、Stringprep と呼ばれる国際化文字列を含む識別子やパスワードを扱うための国際化技術が RFC3454 として標準化され、様々なプロトコルで国際化文字列の利用を可能としている。Stringprep では、プロトコル要素に国際化文字列を含む場合に、その文字列の比較及び確認をどのように行うかを定めている。文字列の比較では、表 3-8 に示す大文字や小文字、全角文字や半角文字、合成済み文字や結合文字列といった文字の区別の有無によって実施する文字列変換処理を定めている。

表 3-8 国際化文字列の変換処理例

変換処理	例	
文字種 (大文字・小文字)	A (U+0041)	a (U+0061)
文字幅 (全角・半角)	ア (U+FF71)	ア (U+30A2)
合成済文字・結合文字列	カ ^ゝ (U+30AB U+3099)	ガ (U+30AC)

Stringprep では、Unicode3.2 に基づく文字列変換表及び禁止文字確認表が用意されており、プロトコルによって必要な変換及び確認処理を選択し、Stringprep プロファイルを作成する。文字列変換では以下の 3 通りの表が用意されている。

- 削除する文字
- 正規化(NFKC)及び文字種統一による変換
- 正規化を行わず文字種統一のみによる変換

また、禁止文字の確認方法も用意されている。Stringprep は多くのプロトコルで使用されている。

しかし、Stringprep には複数の課題があることが報告され、Stringprep を使用する国際化ドメイン名は 2010 年に IDNA (Internationalizing Domain Names in Applications) 2003 から IDNA2008 に更新された。IDNA2008 では Stringprep の課題の一つであった Unicode のバージョン依存問題を解決するために Stringprep 及び Nameprep を使用せず、Unicode Consortium が定義する Unicode Character Database(UCD)を使用して国際化文字列の比較及び確認を行うための文字列変換及び確認方法を定義している。

また、国際化ドメイン名以外のプロトコルの国際化については、電子メールのメールアドレスにも国際化ドメイン名同様に国際化文字列を扱いたいという要望が、中国語圏やアラビア語圏を中心としてあがり、EAI(Email Address Internationalization)と呼ばれるメールアドレスの国際化技術が標準化されている。IDNA は下位互換性を確保するために、国際化文字列を Punycode と呼ばれる ASCII 互換エンコーディングを使用し ASCII 文字列に変換する仕組みを持つが、この EAI では国際化文字列を ASCII 文字列への変換を行わないため、国際化技術に対応していないメールサービスとは原則互換性を確保しないものとしている。

なお、EAI では、メールアドレスのドメイン部分については IDNA による国際化処理が実施されるが、ローカルパートの文字列については正規化方法を規定していない。また、

Stringprep を利用する SASL や XMPP 等の他のプロトコルについては、precis WG で Stringprep に代わる国際化の枠組み及びその適用方法について検討がされている。

(3) IETF の関連 WG での標準化状況

(a) Precis WG

precis WG は、Stringprep に代わる国際化技術として PRECIS Framework を RFC7564 : **PRECIS Framework: Preparation, Enforcement, and Comparison of Internationalized Strings in Application Protocols** として標準化している。PRECIS Framework の Stringprep からの主な変更点は以下の通りである。

- 文字列変換処理の改善
- 文字列の確認方法を禁止文字列の確認から使用可能文字列の確認へ変更
- 文字列の双方向性確認方法の改善
- 特定の Unicode のバージョンに依存しない
- 2つのサブクラスをサポート

precis WG は、その他にも関連する RFC の更新作業を実施し、2017年10月5日に更新版の RFC を発行し、2017年11月14日に WG の作業を完了している。

(b) lucid BoF

lucid BoF は、IETF の国際化技術と整合性のない Unicode の改版が行われた際の対応を検討するための BoF である。Unicode Consortium では文字の収録作業は完了しておらず、Unicode の改版作業は現在も継続している。したがって、IETF においても検討が継続されている。

(c) dispatch WG

dispatch WG は、ART Area における全体的な作業方針を検討するための WG である。IETF100 において、John C Klensin 氏より国際化ドメイン名に関する IDNA2008 の RFC5890、RFC5891 及び IDNA2008 で文字列の変換処理や確認処理を行う際に参照する Unicode Consortium が作成する Unicode プロパティについて再検討の提案がなされたが、十分な議論は行われていない。

(d) dnssd WG

dnssd WG は、RFC6763 にて標準化された DNS-Based Service Discovery (DNS-SD) の拡張を行う WG である。DNS-SD では、Apple 社の Bonjour 等を礎に RFC6762 として標準化された mDNS を使用し、IP アドレスやホスト名を知らなくても同一ネットワークセグメント内のサービスを発見する手法が標準化されており、dnssd WG では、これを複数のネッ

トワークセグメントに拡張するための手法が提案されている。

しかし、ネットワークセグメント毎にドメイン名を用意し、DNS 及び mDNS プロキシとしての機能をディスカバリプロキシとしてルータに追加する

draft-ietf-dnssd-hybrid-06 : Discovery Proxy for Multicast DNS-Based Service Discovery の提案では、UTF-8 を許容し、機器のホスト名を識別子として利用するため、IDNA2008 や PRECIS 等を適用する必要がある。しかし、そのような国際化技術についてはこの提案やそれが参照する RFC6762 や RFC6763 でも触れられていないため、適切な文字列変換や確認処理を経していない利用者が任意に決めた文字列が識別子として利用される場合、このアプリケーション利用者は意図しないサービスを参照してしまう可能性がある。この影響は見かけ上ほぼ差異のない合成済み文字や結合文字列を扱う日本語やヨーロッパの言語圏等への影響が大きいことが考えられるので、対応が必要となる。

(e) core WG

core WG は、IoT デバイスのようにバッテリーの駆動時間や CPU の処理能力、メモリ量、無線通信速度等が制限された環境下で必要な情報を効率的に交換するための RESTful アクセス可能なアプリケーション技術の標準化を策定している WG である。

この WG では、**draft-ietf-core-rd-dns-sd-00 : CoRE Resource Directory: DNS-SD mapping** という既存の DNS インフラストラクチャを使用してサブドメイン内の CoAP サーバ等のサービスを検索するための PTR 及び SRV、TXT RR の記述方法を定義する提案があった。この提案では、リソースインスタンスの「ins」属性を<Instance>部分にマッピングする際に、RFC5198 として標準化された Net-Unicode に従い正規化(NFC)を行うと明記がされている。このため、dnssd で指摘した、合成済み文字や結合文字列に関する問題は起こらない。しかし、正規化(NFC)では、日本語の全角カタカナや半角カタカナの変換はされないため、日本語対応が不十分である。

この問題に対しては、正規化 (NFC) に加えて、別途、UCD の UnicodeData.txt 中の Decomposition_Type 及び Decomposition_Mapping に従い、文字幅に関する変換処理を実施することで解決可能であると考えられる。また、Net-Unicode では 0x00-0x1F 及び 0x7F の ASCII 制御文字については禁止としているが、それ以外の制御文字については禁止されていないため、dnssd WG での指摘同様に入力された文字列が利用可能な文字であるか確認する処理が必要であると考えられる。

(4) 今後の展望

本調査期間中に PRECIS Framework が RFC 8264 として標準化され、それを利用するプロ

トコルが RFC 8265 及び RFC 8266 として標準化された。これにより、IETF における国際化技術に関する主要プロトコルの策定は完了し、今後は Stringprep を使用していたプロトコルの PRECIS Framework への移行作業や新たに策定されるプロトコルでの PRECIS Framework 使用に関する検討作業が行われる段階となった。新たに策定されるプロトコルでの PRECIS Framework 使用に関する検討については、プロトコルデザイナー向けのガイドラインが RFC7790 として発行されている。

一方、Stringprep を使用していたプロトコルの PRECIS Framework への移行については指針となるものが提案されていないことから、国際化技術移行における互換性を整理したガイドライン等を提案することは国際化技術の普及に必要であると考えられる。特に、UTF-8 を許容する RFC ないし I-D (Internet Draft) のいくつかは、RFC5198 にて説明されている Net-Unicode という文字列処理方法を引用していた。Net-Unicode では、正規等価性を保持する文字列処理方法として正規化(NFC)を推奨している。しかし、特に日本語においては正規化(NFC)を利用する際には Width mapping と組み合わせると利用者の意図しない情報資源を参照してしまう可能性があることから、Net-Unicode ではなく PRECIS Framework のような文字列変換処理を使用するよう提案することが重要である。

また、IETF100 では国際化技術そのものに関する WG や BoF は開催されなかったが、dispatch WG で Unicode Consortium と整合した技術提案を継続するための対応について提案がなされ、IETF101 以降も議論を継続するとともに Unicode Consortium や他の標準化団体との連携も強めるとのことから、今後は IETF に加え W3C 等の標準化団体における国際化技術の動向調査が必要である。

一方、今回の調査では国際化技術の活用が期待される IoT 技術の標準化を行う WG についても調査を行なった。この中で、IoT サービスにおける情報資源の参照については、国際化技術に関する議論は起こらなかったものの、本調査を通じて提案技術の国際化文字列を使用した場合の課題を発見することができた。

特に、IETF で策定する IoT 技術の中でも主要プロトコルとなる CoRE と DNS インフラストラクチャを利用して情報資源発見を行う DNS-SD については、情報資源名に利用者が任意につけた国際化文字列が含まれることから、現在 IETF で提案している IoT 技術の使用が普及した際に日本語圏や他の英数字以外の文字を使用する言語圏の利用者の混乱を招く可能性があるため、改善提案を行う必要がある。また、改善提案に際しては、Net-Unicode を実施した場合の国際化文字列への影響と PRECIS Framework による文字列変換処理を実施した場合の国際化文字列への影響を比較した情報の提供も必要となると考えられる。

3.5.7 IoT 基盤技術としてのアプリケーションプロトコルとアーキテクチャ (IETF ART エリアの標準化動向と IoT との関連性の調査)

(1) 調査の目的

IoT の急激な普及・サービスの導入に伴い、各標準化団体で IoT 関連の標準化の動きが活発化している。IETF の ART area では、アプリケーションプロトコルやアーキテクチャに関する議論が日々メーリングリストや年 3 回の会合、テレビカンファレンス等を介して活発に行われている。他エリアと比べ多くの WG が存在し、その議論プロセスはスムーズであり、対象技術の相互接続実験や市場への導入速度も早い。

本調査では主に、IETF 全体における IoT に関連した標準化動向の概要と、IoT 基盤技術としてのアプリケーションプロトコル・アーキテクチャーに関する最新動向について調査を行う。特に、Captive Portal と DNS over HTTPS の技術に関する議論に焦点を当て報告し、今後の展望について予測する。Captive Portal は、M2M アプリケーション間のプロトコルや IoT 機器を接続する基盤技術である無線ネットワークのアクセスコントロールを担う。DNS over HTTPS は、DNS クエリの問い合わせに対し HTTPS を介して end to end の通信の暗号化を可能にするものであるが、これは M2M アプリケーション間の通信にも取り入れられるであろう。

(2) IETF における近年の動向と IoT との関連性

IETF で近年特に注目を浴びている技術分野は、QUIC、IoT、サイバーセキュリティ、ブロックチェーン、量子コンピューティング関連等である。QUIC は次世代の通信プロトコルとして期待されているプロトコルであり、現在 IETF の QUIC WG において急ピッチで標準化が進められている。また、各領域において近年サイバーセキュリティ関連の議論も活発になっており、IoT デバイスのセキュリティアップデートに関連する議論を行う SUIT WG や DDos 対策の連携・自動化を目的とした DOTS WG が注目されている。

DOTS WG や QUIC WG はいずれも Hackathon での実装・相互接続テストの活動にも積極的である。さらに、近年社会基盤として注目を集めているブロックチェーンや量子コンピューティングといった分野も IETF で議論が始まりつつある。

(3) IETF において IoT 関連の議論を行っている WG

IETF100、101 会合で会合を行った WG のうち、IoT 関連のトピックが議論された WG は図 3-32 のとおりである。

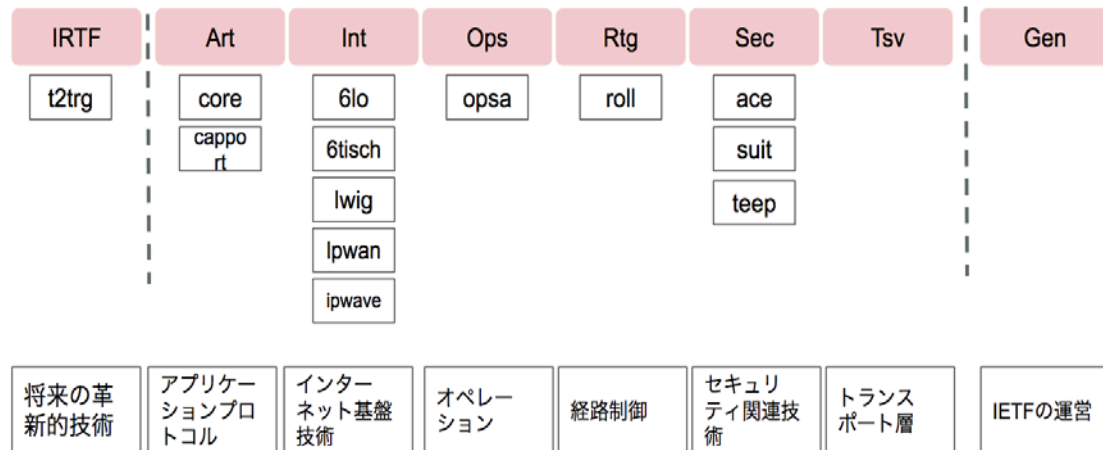


図 3-32 IETF100、101 会合で IoT 関連の議論を行った WG

各 WG の名称と活動内容は次のとおり。

- t2trg(Thing to Thing Research Group) : M2M/IoT の Research Group
- 6lo(IPv6 over Networks of Resource-constrained Nodes)及び6tische(IPv6 over the TSCH mode of IEEE 802.15.4e) : いずれも IoT を動かすインフラとしての IPv6 ネットワーク関連の WG
- lwig(Light-Weight Implementation Guidance) : IoT デバイスのような制限された環境下にあるデバイスに対するプロトコル実装ガイダンスが議論されている
- lpwan(Low Power Wide Area Network) : モノをつなぐ技術として昨今注目されている省電力・広域ネットワーク(LPWAN)で、IPv6 プロトコルを扱う技術が主に議論されている
- ipwave(IP Wireless Access in Vehicular Environments) : 自動車間通信(V2V)や自動車・インフラ、インターネット間(V2I)で用いる IPv6 向けのプロトコルが策定・議論されている
- roll(Routing over Low power and Lossy Network) : 省電力・制限されたネットワーク環境下でのネットワークのルーティング手法を議論している
- ace(Authentication and Authorization for Constrained Environments) : ネットワークリソース的に制約された環境下(所謂 IoT デバイス)を対象とした認証プロトコルのフレームワークやユースケースに関する議論が行われている。なお、ユースケースとしては、CORE WG で議論されている CoAP(IoT 向けアプリケーションプロトコル)を用いることを想定
- suit(Software Updates for Internet of Things) : IoT デバイスで起こりうる定期的なソフトウェアアップデートに関するセキュリティの議論が対象。IETF100 会合の WG 会合では WG 設立に伴い、Charter のレビューが細やかに行われ、問題設定や条件設定が非常に明確になった
- teep(Trusted Execution Environment Provisioning) : teep のステータスはまだ WG ではなく、BoF である。suit がデバイスにおける定期的なソフトウェアアップデートを対象としているのに対し、teep では初回のインストールを対象を限定。ブート後のアプリケーショ

ンに焦点を当てている。導入ユースケースの一つとして IoT デバイスが挙げられている

なお、ART area の該当 WG である core に関しては、次項で説明する。

(4) ART エリアにおける IoT 関連 WG の最新動向と今後の展望

本項では、ART エリアにおいて IoT との関連性のある議論が行われている WG に焦点を当て、最新の動向と今後の展望を述べる。

(a) CORE WG (Constrained Restful Environment)

CPU の性能が低くかつ省電力である IoT デバイスのような、制限のあるリソース・ネットワーク下で動く RESTful なアプリケーションプロトコルと関連技術を策定する WG である。WG 形成は 2010 年であり、httpbis WG と同様に、毎回 2 回会合を行い、合計 4 時間開催しており、IETF100 会合でも合計 15 個の I-D に対し活発な議論が行われた。そのうち半数は、近日中に WGLC(Working Group Last Call)がかかるか、それ以上のステータスのドキュメントであり、非常に議論が活発、かつ議論への参加者が多いことがわかる。主な参加者の所属は、アカデミアと IoT 製品・サービスを専門的に扱う企業(Acklio, Trilliant, Smart things)、エネルギー管理企業、Huawei、Ericsson、ARM、Cisco 社。

Core WG の核となる技術として「CoAP」がある。これは制約のあるネットワークリソース下でも動く、M2M アプリケーションに特化した RESTful プロトコルである。UDP ベースの簡素化された設計かつ、HTTP のヘッダサイズが 32bit であるのに対し、CoAP は 4byte、と低ヘッダサイズ設計である。現在は TCP 上でも稼働するような、CoAP の拡張が検討されている。

現在議論されている主なトピックは次のとおりである。

- CoAP over TCP

もともとプロトコル軽量化のため、当初の CoAP は UDP/DTLS ベースから議論が始まったが、セキュリティ・プライバシーの観点から、TSL 対応の必要性が唱えられ、TCP 上でも動く CoAP の標準化が進められている。

- CoCoA

CoCoA とは、Core のかつ簡素化された輻輳制御メカニズムであり、デフォルトの core における RTO アルゴリズムを改善し、かつよりシンプルに設計したものとなっている。RTT(Round Trip Time)を推定する Retransmission TimeOut(RTO)アルゴリズムの検討が行われており、IETF100 ではアルゴリズムのアップデートとドラフトにおいて複数箇所の編集アップデートがあった。

- RD(Resource Directory)

Resource Directory を用いて IoT デバイス間でリソースの探索を行う。M2M のアプリケーションでは、スリープモードのノードの存在や分散ネットワーク等の理由により、直接的なリソースの検出は効果的ではない。そこで RD(Resource Directory)を用いることで、分散したリソースの探索を可能にする。RD は各エンドポイントにより提供されたリンクを格納・キャッシュし、クライアントは、well-known/core ディレクトリを比較し、最小限の差異でリンクを検索することが可能である。IETF100 では、現在 core WG 内には 4 つの実装物が存在しているため、次回の IETF101 での相互接続試験の提案が議長からあった。

- COMI

Core 環境下のデバイス・ネットワークの管理インタフェースの提案。YANG ベースの netconf, restconf を拡張する。IETF100 では Hackathon での相互接続テストの報告や、モックアップのアプリケーション「SID-Registry」のデモンストレーションがあった。

- Payment over CoAP:

W3C では Web ブラウザにおける決済リクエストの定義を目的とし、payment API の標準化が推進されている。IETF100 会合では、W3C の Payment WG 所属の方が httpbis WG と core WG にて発表をし、連携を図っていきたい旨を表明した。core WG 会合では、CoAP 上での payment 実行に強い興味を示していた。

(b) DOH WG(DNS over HTTPS)

DNS のクエリ・応答の通信は暗号化されていないため、なりすましや盗聴等セキュリティ・プライバシーの面で課題がある。例えば、公衆無線 LAN 環境では、DNS の通信が偽装され想定外の DNS サーバへ誘導される、あるいは経路の途中で DNS メッセージの書き換えが起こる可能性がある。そこで、HTTPS(TLS)を DNS クエリの通信に用いることで、DNS クライアント間の機密性と接続性を提供するメカニズムを開発し、安全な通信を確立することが本 WG の目的である。

この doh を用いることで、DNS を用いてトラフィックに何らかのポリシーを課すようなネットワーク(または上記を強いるような政府)を撃退することが可能なため、ネット中立性の観点からも注目を集めるプロトコルである。doh WG 内で DNS の運用に影響する話題があった際は、dnsop WG や INT area と相互的に議論し調整するとしている。なお、「Google Public DNS over HTTPS」と doh はよく混同されるが、別の仕様のものであり、議論を追う際は注意が必要である。

主な参加者の所属は、Google、Mozilla、ISC、Verisign、Rakuten.Inc、Apple、JPRS、CNNIC、ICANN 等である。doh は IETF100 会合にて初回会合 (BoF) を行ったため、会合参加者から非常に注目を浴びていた。会場は満席となり、立ち見の参加者も出ていたほどである。なお、IETF100 後に公式に承認され WG となった。主な参加者の層としては、普段 DNS 関連の WG で活動している層と HTTPS 関連の WG で活動している層に分かれていた。

現在 doh WG で作業対象となっているインターネットドラフトは「DNS Queries over HTTPS」のみである。現在議論されている主なトピックは次のとおりである。

- HTTP/2 を必須要件(Requirement)とドキュメントに記載するかどうか
IETF100 の WG 会合では HTTP/2 を用いた場合の利点・欠点に関する議論が盛り上がり、doh において HTTP/2 を”requirement”とするか”Silence”とするか、または”endorse with explanation”とするかの議論があり、複数の参加者がオープンマイクに列を作り、強い関心を集めていた。HTTP/2 のアドバンテージを認める声がある一方、現在リバースプロキシや CDN の多くはフロントエンドで HTTP/2 が動いているものの、バックエンドでは HTTP1 を使用している場合が多いので、「HTTP/2 を必須 (MUST)」と明確に断言することは難しいのではないかと、という懸念の声もあった。議論の最後に発表者から、「まだ今後も意見は受け付けるが、endorse with explanation の方向で考える」と言及があった。

- doh と IoT との関連性
doh WG の議論の中心となっているドラフト「draft-ietf-doh-dns-over-https」の執筆者が「CoAP が動き、JSON/CBOR パーサーを持つ小型 IoT デバイスが、DNS クエリを実行したい場合」をユースケースの一つとして挙げていた点である。よって、今後 DOH WG と CORE WG 間のインタラクティブな標準化プロセスの可能性がありうる。また、必要に応じて CORE WG から、上記のような IoT デバイスに必要な DNS Queries over HTTPS の仕様の提案に直接アプローチしていく必要もあると言える。

DOH WG は IETF100 が初回会合であったが、DNS、HTTP 双方のエリアから興味を持った方が WG に参加しているため、分野横断的な議論が期待できる。また、M2M アプリケーションプロトコルの通信における DNS Queries over HTTPS が今後議論される可能性があり、その際には core WG と連携していく部分もあると考える。

さらに、DOH WG では、昨今アメリカで議論が盛んなネット中立性と関連した議論がなされる可能性がある。なぜなら、DNS Queries over HTTPS を使えば、インターネットの

トラフィックに対して、DNS を用いて何らかのポリシーを課すようなネットワーク(または上記を強いるような政府、ISP)を撃退することの助けになるからである。単純に DNS の応答の正当性を担保するのであれば DNSSEC があるが、DNSSEC 自体は ISP 側でダウングレードすることができてしまう。そこで用いるのが、ISP の操作の影響を受けない心配がない HTTPS による end-to-end の暗号化である(=DNS Queries over HTTPS)。

まだ仕様は確定していないものの、DOH クライアントは、ユーザが検索に失敗した原因を知らせるエラーメッセージを表示し、またクライアントが「通常の」リゾルバにフォールバックすると、何が起こったのかエラーメッセージを表示する等ユーザに通知する機能を持つという。よって、プロバイダ側から DNS の通信に何らかの操作が行われた際、ユーザはそれを知ることが可能である。また、ISP が DNS を用いて差別したいソースを識別している場合、この識別行為は暗号化により不可能になる。

(c) CAPPOR WG(Captive Portal Interaction)

cappor WG は、Captive Portal のユーザインタラクションを改善する作業部会として形成された。Captive Portal とは、ユーザのブラウザの HTTP セッションを曲げ、特定の Web ページ(多くの場合は認証ページや同意ページ、課金ページ)へと強制的に誘導する仕組みである。公衆無線 LAN のアクセスコントロールで目にすることが多い。しかし、「ユーザを強制的に特定の Web ページに誘導する」という挙動は、中間者攻撃と大差がなく、ユーザエクスペリエンスが損なわれる。そこで、cappor WG では、「Captive Portal とユーザデバイス間の手続きを簡素化すること」、それから「可能な限り人が Captive Portal に対し操作する機会を減らすこと」を目的に議論が行われている。

CAPPOR WG で現在検討されている主な仕様は次のとおりである。

- CAPPOR API

現在の Captive Portal では、認証時にメールアドレスの入力を求められた際、ユーザが手動で入力するが、この手順はユーザにとって煩雑である。そこで、ユーザのデバイス(UE)と Captive Portal が対話できる仕組み「CAPPOR API」が WG ドラフトとして検討が進んでいる。IETF100 では本議論の時間は確保されなかったものの、IETF101 会合前に WG ドラフトにステータスが変更となり、現在メーリングリストでフィードバックが行われている。

- API サーバの URL を配布する手段

現在 cappor WG で議論の焦点となっているものが、CAPPOR API サーバの URL をユーザデバイスに配布する方法である。RFC7710 にて提案されている DHCP option を用いるか、または INT area で標準化の議論が検討されていた PvDs(Provisioning

Domains)というプロトコルを用いるかで意見が分かれている。

RFC7710 Captive-Portal Identification Using DHCP or Router Advertisements は、DHCP option または IPv6 の Router Advertisement を用いてサーバの URL を配布する方法である。一方で、PvDs は IPv6 の Router Advertisement で URL を配布することができ、また、IPv4 にリンクすることも可能である。IETF100 会期中には PvDs の I-D 著者 Tommy Pauly 氏(Apple)に個人的にアポイントメントをとり、議論を行った。そこで Tommy 氏は、DHCP option は使用できる環境に限られることを欠点として挙げており、また、IoT デバイスと Captive Portal 間のインタラクションを考慮した際、PvDs の方が利用手続きの簡素化という点でふさわしいと言及していた。

- Captive Portal ICMP Messages:

ネットワークのステータスを ICMP Unreachable メッセージを用いてユーザに通知する機能。例えば、セッション更新の必要性が生じた際に、エンドユーザのデバイスに対し通知を行うことで、予期しないセッションの期限切れを防ぐことが可能である。IETF100 では特に、通知をする際、ユーザデバイスの識別子に何をを用いるかの議論が活発であった。現在は、MAC アドレス(レイヤ 2)、IPv6 アドレス(レイヤ 3)、DSL Link-ID 等が選択肢として議論されている。これらを単体または MAC アドレスと IP アドレスを紐づけて識別子として使うべきという議論になっている。本議論は引き続き IETF101 でも活発に議論されると予測できる。

- CAPPOR Architecture:

CAPPOR API サーバを中心にユーザとやりとりを行う CAPPOR アーキテクチャが提案され、WG ドラフトとして検討が進んでいる。

図 3-33 における、Captive Portal を用いてユーザがインターネットに接続するまでのプロセスを説明する。ユーザデバイスが CAPPOR API サーバの URI を取得し、CAPPOR API サーバに、CAPPOR のステータスの問い合わせを行う。その後ユーザは CAPPOR web portal に誘導され、portal 経由で CAPPOR と API の手続きを行う。このログインプロセスが完了するまでユーザは、Captive Portal Enforcement によりインターネットへの接続が遮られる。ユーザのデバイスが CAPPOR API と通信し、ログインプロセスが完了すると、Captive Portal Enforcement がインターネットへのゲートを開ける仕組みになっている。また、無線 LAN を利用している間にセッションの期限が切れる際には、ICMP Unreachable メッセージにより、ユーザがセッション更新の必要性を知ることが可能になる。

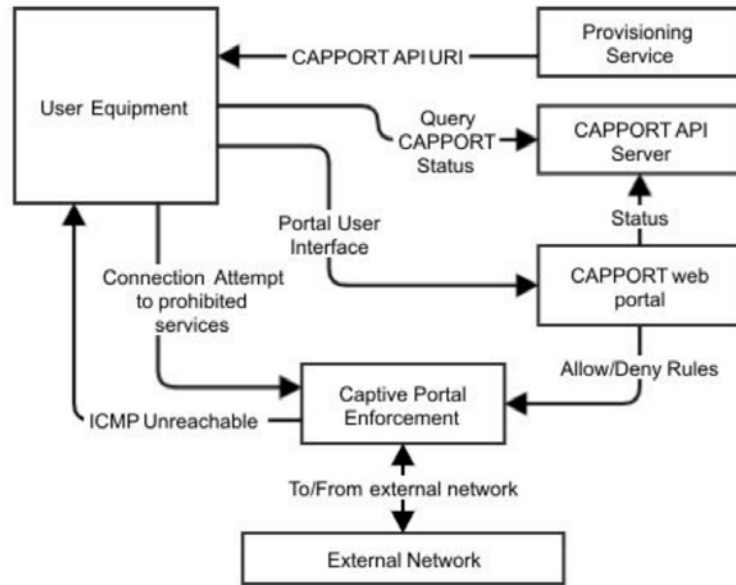


図 3-33 Captive Portal のアーキテクチャ

【アーキテクチャ内の用語解説】

- User Equipment(UE): ユーザデバイス
- Provisioning Service: CAPPORT API サーバを UE に検知させる
- CAPPORT API Server: CAPPORT API に関する手続きを行うサーバ
- CAPPORT web portal: ユーザ操作用の Web Portal を表示
- Captive Portal Enforcement: 外部インターネットとの仕切り。
- External Network: インターネット

今後は一般的なスマートフォンやラップトップといったブラウザを持つデバイスだけでなく、画面を持たない headless IoT に特化した仕様や拡張機能の検討が必要だと考えられる。米 Google 社とリーバイス社が、ジャケットに装着する小型 IoT デバイスを共同で開発しているが、このデバイスは画面を持たないため、Bluetooth でスマートフォンとペアリングし、ネットワークに接続したスマートフォン経由で通信を行う。しかし、今後はこのような画面のない IoT デバイスが直接無線 LAN に接続する時代が来ると調査者は考えている。直接無線 LAN に接続することの利点としては、リアルタイムにクラウドと通信できること等が挙げられる。

一方で、現在のインターネットは、IoT デバイスの基盤技術として未だ完全ではない。例えば、公衆無線 LAN にデバイスを接続する際は、Web ブラウザを介して Captive Portal と手続きを行う形が一般的である。しかし、今後は画面のない IoT デバイスに対するアクセスコントロール機能も Captive Portal に実装される必要性が出てくると予測されるため、

CAPPORT WG では画面のない小型 IoT デバイスを無線 LAN に接続するというユースケースに特化した仕様提案が必要になると考えられる。また、無線 LAN の認証・認可におけるログインプロセスを可能な限り自動化することで、リソースやネットワーク環境に制約のある小型 IoT デバイスのための基盤技術としての無線 LAN 環境の改善を行うことが可能である。調査者は、今後の研究で上記のような headless IoT デバイスが快適に公衆無線 LAN に接続できるようなフレームワークや必要な拡張の提案をしていきたいと考えている。

(5) 今後の展望

本調査から導き出した ART エリアにおける IoT 関連の主な議論の流れを図 3-34 にまとめてみた。

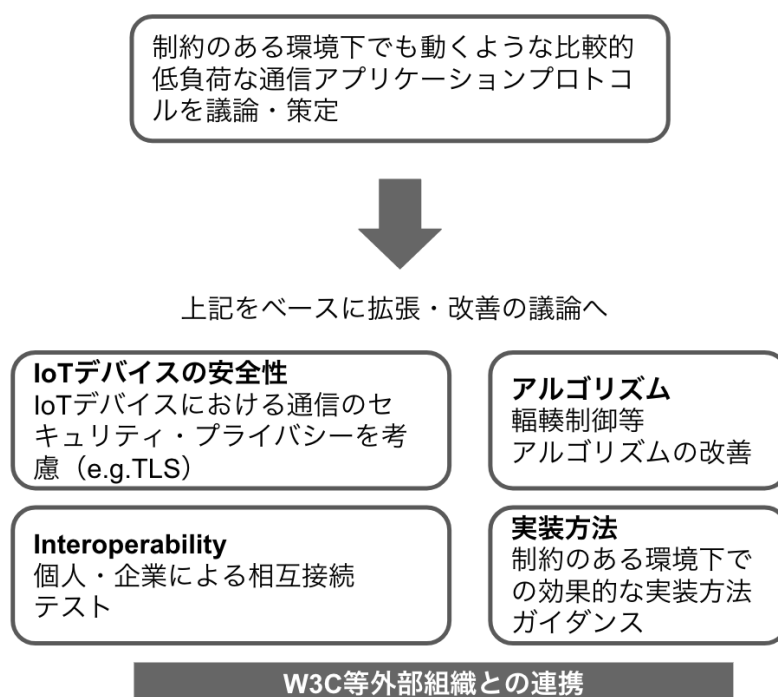


図 3-34 IETF ART エリアでの IoT 関連議論の流れ

最初のフェーズとして、制約のある厳しい環境下でも稼働するような仕様の議論から着手し、ベースとなる技術の仕様をとりまとめる。そして、各個人や企業による相互接続テストが Hackathon やオンライン、Interim Meeting 等で行われる。ベースとなるプロトコルの運用性を確認した後、拡張・改善フェーズへと移る。拡張・改善フェーズでは、以下の 3 つの流れが考えられる。まず、IoT デバイスはユーザや企業のプライベートなセンサーデータをやり取りすることを想定し、安全な通信を確保するための拡張等を検討する。また、制約のある環境下においてもパフォーマンスを改善するアルゴリズム等の検討や、実際の

運用・実装におけるガイドンスの検討が並行して行われることが多いと言える。

IETF ART エリアでは、主に HTTP, HTTPS といったアプリケーションプロトコルを中心とした IoT に関連するユースケースや仕様の検討がされている。近年の IETF では IoT とともにセキュリティ・プライバシー保護も注目されている議論であるため、IoT デバイスの持つプライベートなセンサーデータを安全に通信するような手段も議論されている。例えば IoT 関連の API は HTTPS を必須にする等の提案である。なお、IoT デバイスの通信における認証や暗号といった議題に関しては sec エリアにて議論がされることが多い。また、制約のあるリソース・ネットワーク環境下で安全な通信を確立する一方、運用の面で煩雑さが増えてしまうこともあるため、運用・実装面でのガイドンスの提案を検討する WG もある。

ART エリアの中で最も活動的な IoT 関連の WG は core WG であるが、本調査により、IoT を全面に掲げていないような capport, doh といった WG でも IoT デバイスの存在も考慮した仕様策定の必要性を求める動きがあることが明らかになった。また、過去には httpbis WG では IoT デバイスのユースケースも考慮した HTTP/2 の議論が行われたという背景がある。したがって、ART エリアにおける IoT 関連の動向を追う際は、IETF や ISOC が公式にアナウンスしている IoT を主に扱う WG だけでなく、他 WG や WG 間の連携に引き続き注目する必要があると考えられる。

3.6 IEEE に関する詳細調査の概略

3.6.1 組織概要

<p>目的</p>	<p>Institute of Electrical and Electronics Engineers は人類社会に有益な技術革新の前進に貢献する世界最大の専門家組織であり、米国公益法人法で公益法人に指定されている。そのカバーする範囲はコンピュータや持続可能なエネルギーシステムから航空宇宙、コミュニケーション、ロボット工学、ヘルスケア 等多岐にわたっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEEE の下部組織である IEEE Standards Association (IEEE-SA) では標準化活動を行っている。 • 情報通信分野では、IEEE 802.3 (イーサネット), 802.11 (Wi-Fi) の標準を作成するプロジェクトが特に関係が深い。
<p>組織構成</p>	<p>今回の調査対象となった IEEE802 (IEEE Project802) では以下のような Working Group が存在する。</p> <p>802.1:Higher Layer LAN Protocols 802.3:CSMA/CD Ethernet 802.11:Wireless WLAN 802.15:Wireless Specialty Networks 802.16:Wireless Broadband Access 802.18:Radio Regulatory TAG 802.19:Co-existence WG 802.21:Media Independent Handoff 802.22:Wireless Regional Area Networks 802.24:Smart Grid TAG</p> <p>【今回の調査テーマに主に関連する組織】</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEEE802.11:Wireless WLAN • IEEE802.15(Wireless Specialty Networks) • P7000(AI の ELSI:Ethical, Legal, Social Issues 問題に関する標準化プロジェクト)
<p>メンバ (2017年7月現在)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 主要メンバ： IEEE 全体としては 160 以上の国に、約 421,000 人の個人会員を擁す。日本の個人会員数は約 14,000 人 • 企業会員数： SA 企業会員 Advanced 153 社 Basic 19 社。 うち日系企業数： 日立、JEITA、三菱電機、三菱自動車、NEC、日産、大阪大学整形外科、パナソニック、ソニー、東芝、リコー、東京大学、横河電機、矢崎グループ

3.6.2 今回調査テーマに関する標準化活動の状況と展望 (概要)

調査テーマ	標準化活動の状況と展望
<p>IoT 時代における IEEE802.15 での周波数有効利用に関する標準化推進および最新動向調査</p>	<p>IEEE 802 委員会の無線システムの標準規格を策定するグループの 1 つである Working Group 15(WG15 : Wireless Specialty Network)において、周波数の有効利用 (Spectrum Resource Measurement: SRM) に関する標準化を Task Group 議長として推進した。</p> <p>標準化の内容は、IoT 活用などで低伝送速度、低消費電力のセンサーネットワークの運用局数が増加し顕在化した周波数有効利用に関する問題を解消するため、標準に次の事項を規定するもの。</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spectrum Resource Measurement (SRM) - 送信パワー制御 : Transmit Power Control (TPC) <p>提案が理解されタスクグループが設置されたのは 2014 年 9 月。以降、標準草案の作成と IEEE 手続きに基づく投票・調整手続</p>

	<p>きを進め、2018年2月の会合で Standard Board から承認された。標準が想定するアプリケーションとしては、</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hospital/Medical/Healthcare - Industrial Automotion - Infrastructure Monitarng - Advanced Metering Infrastructure <p>があげられる。今後は、標準の実装や普及をめざした活動が課題となる。</p>
<p>「5GHz帯パイロット信号による干渉回避」および「無線LANの放送への活用」</p>	<p>無線LANの国際標準を策定している IEEE802.11WG において、パイロット信号による干渉回避、無線LANの放送への活用の2つの提案を行った。その概要は次のとおり。</p> <p>【パイロット信号による干渉回避】 提案内容：5GHz帯を使用する IEEE802.11 やそれ以外のシステムで共通パイロット信号を使用し、同じ帯域を使用するシステム間の干渉回避 結果：7月会合で提案したが、9月会合での Straw poll で十分な賛同を得られず、一旦提案を休止（時期を見て再提案）</p> <p>【無線LANの放送への活用】 提案内容：無線LANで放送型サービスを実現（使用例：ライブストリーミング、フロアガイド等の低頻度更新情報の掲示、火災時の避難情報等緊急情報の掲示、センサーデータ収集など） 結果：7月会合で提案。7月、9月、11月、1月会合での Straw poll を経て、Study Group 設立について賛同を得る。2018年3月会合後の Executive Committee で承認されれば、5月から作業開始。3月会合ではフィジビリティスタディ、ユースケースを議論予定。</p>
<p>AI標準化動向調査</p>	<p>IEEE では、2016年4月からAIに関する標準化テーマの洗い出しを開始。2016年12月に Ethically Aligned Design (EADv1) という文書を発表し、P7000～P7010の標準化プロジェクトを立ち上げ</p> <p>EADv1は改版され2017年12月にEADv2を発行、2019年に最終版を発行予定</p> <p>承認された IEEE P700x 標準化プロジェクトの一覧は次のとおり</p> <ul style="list-style-type: none"> - P7000：倫理的設計のモデルプロセス - P7001：自律システムの透明性 - P7002：データプライバシーのプロセス - P7003：アルゴリズムミックバイアス（差別） - P7004：子供の学生データのガバナンス - P7005：従業員データのガバナンス - P7006：パーソナルデータ AI エージェント - P7007：用語 - P7008：人を倫理的につき動かす AI - P7009：AIのフェールセーフ設計 - P7010：AI時代の幸福の指標 <p>※ この他、P7011：The Process of Identifying and Rating the Trustworthiness of News Sources Recommendation, P7012：Machine Readable Personal Privacy Terms and Recommendation が承認待ち</p>

3.6.3 IEEE802 委員会の概要

IEEE802 は、IEEE の標準化部門である IEEE Standard Association (IEEE-SA)傘下にあり、Local/Metropolitan ネットワークの標準化策定を行っている標準化委員会である。この委員会は、1980 年 2 月に設立されたため IEEE Project 802 LAN/MAN Standards Committee (P802 LMSC)となっており、通称は IEEE 802 である。

IEEE802 内には図 3-35 に傘下に 802.x で表す Working Group (WG)がある。802 標準の共通部分の標準を策定している 802.1WG、イーサネット標準を策定している 802.3WG、Wireless LAN (WLAN)標準を策定している 802.11WG などの WG がある。802.15WG は、Wireless Spatialty Network (WSN) の標準を策定している。なお 802.16WG は WiMax 関連の標準策定のグループであるが、同標準があまり使われない状況となり参加者が極端に減ったことから 2018 年 3 月で活動を終えることが決定している。

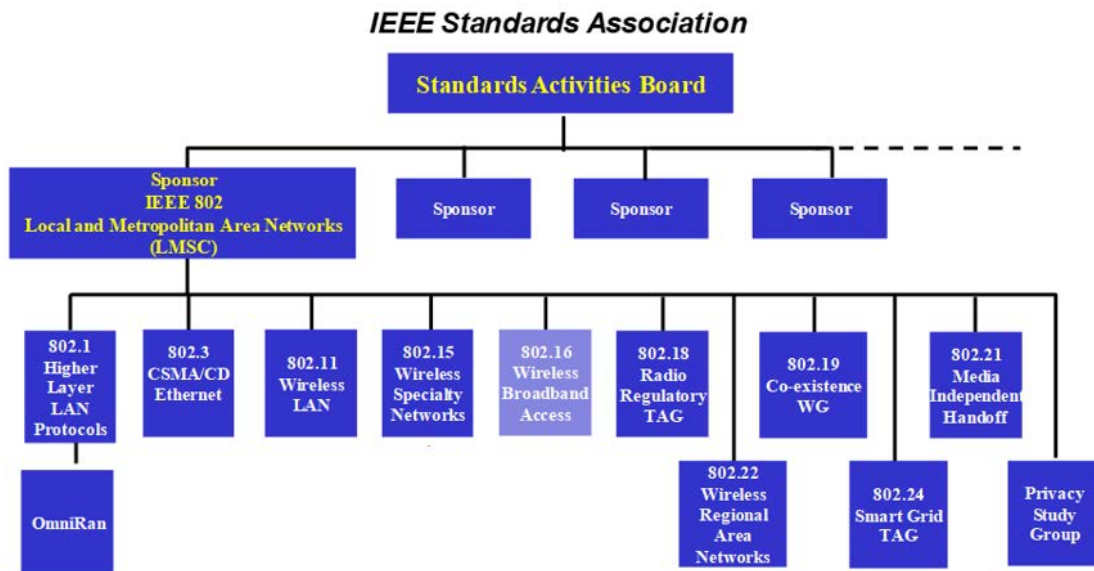
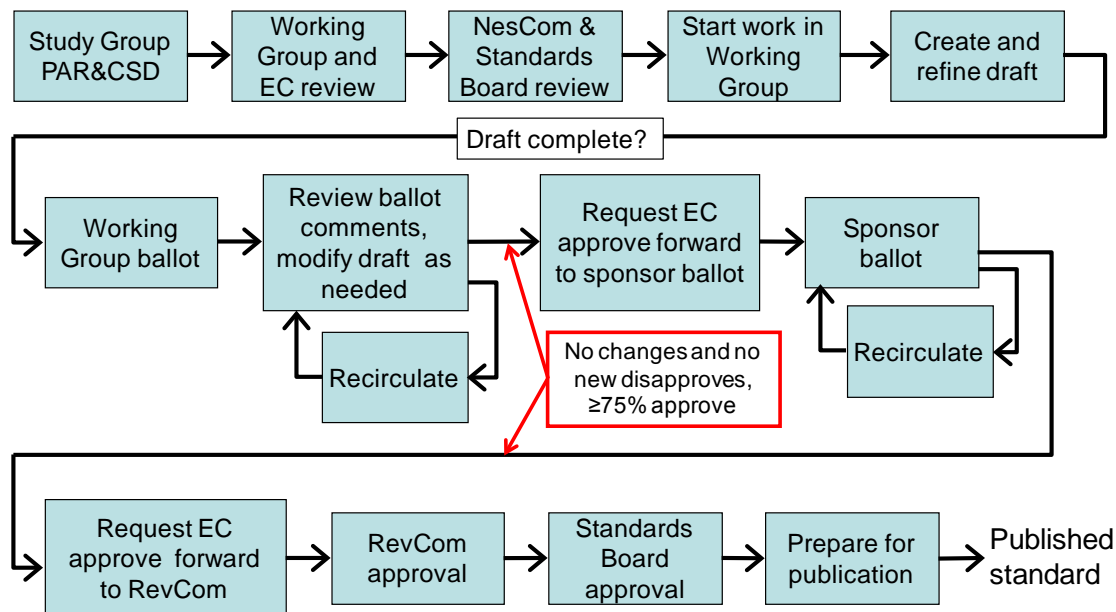


図 3-35 IEEE Standards Association の構成

IEEE での標準化の流れは、図 3-36 に示すようになっており、WG 内の Study Group で PAR (Project Application Reques)と CSD (Criteria for Standards Development)と呼ぶ 2 つの Document を作成し、上位組織で Review を受け承認されると WG で Draft Document を作成する作業部会である Task Group (TG)が発足する。この TG で議論を重ね、標準化の Draft Document が完成すると、WG での書面投票 (LB: Letter Ballot) が行われる。ここで WG 内の Voter により 75%以上の賛成が得られると承認されたこととなる。さらに得られたコメント解決と改訂した Draft Document での Recirculation LB を行い、新たな No Vote やコメント数がなくなるまで繰り返す。これを経て次に Sponsor Ballot (SB)を行い、ここでも同様に新たな No Vote やコメント数がなくなるまで繰り返す。これが終了すると上位組織に出版に向けたアクション

ョンを行い、承認が得られると IEEE-SA の担当部門によって標準書の編集作業がおこなわれ最終的に出版される。



EC: Executive Committee, NesCom: New standards Committee, RevCom: Review Committee

図 3-36 IEEE 標準化の流れ

3.6.4 IEEE802.15 での周波数有効利用に関する標準化活動の状況と展望

(1) IEEE802.15 の概要

IEEE 802.15 WG は、1993 年 3 月に無線 LAN の規格を策定する 802.11WG から独立したグループである。長く WPAN (Wireless Personal Area Networks)と呼ばれていたが、名称と策定している規格内容が合わなくなり、近年 WSN (Wireless Spatialty Network) に変更となった。

802.11WG とは異なり、802.15WG では様々な PHY や MAC から成るシステムが策定されており、802 の WG で唯一、複数の MAC が存在している。特徴を以下に示す。

- Data rates from 2kbps to 100Gbps
- Ranges from meters to kilometers
- Frequencies from 160MHz to 800THz
- Predominantly non TCP/IP applications

図 3-37 に 802.15WG の組織体制を示す。802.15WG には、Standing Committee (SC)と呼ぶ独立委員会があり、WG Chair からの指示により標準規格等について検討している。なお、今回の調査対象は TG4 の活動である。

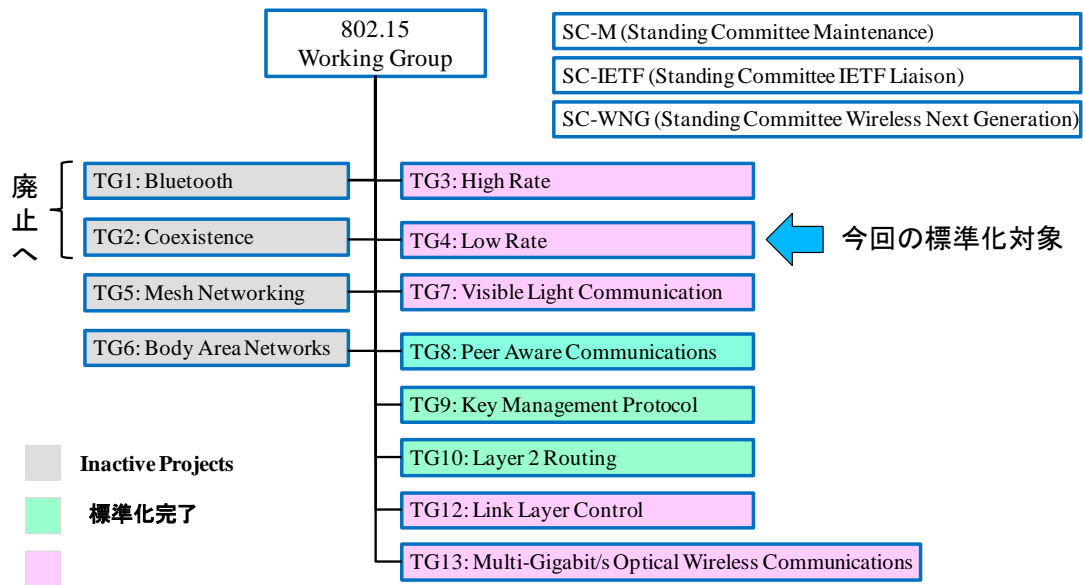


図 3-37 802.15WG 内の構成

【802.15 内の Task Group の正式名称】

- 802.15.1 Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications for Wireless Personal Area Networks (WPAN) —Bluetooth
- 802.15.2 Coexistence of Wireless Personal Area Networks with Other Wireless Devices Operating in Unlicensed Frequency Bands
- 802.15.3 High Data Rate Wireless Multi-Media Networks
- 802.15.4 Low-Rate Wireless Personal Area Networks
- 802.15.5 Mesh Topology Capability in Wireless Personal Area Networks
- 802.15.6 Wireless Body Area Networks
- 802.15.7 Short-Range Wireless Optical Communication Using Visible Light
- 802.15.8 Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Peer Aware Communications (PAC)
- 802.15.9 Recommended Practice for Transport of Key Management Protocol (KMP) Datagrams
- 802.15.10 Recommended Practice for Routing Packets in 802.15.4 Dynamically Changing Wireless Networks
- 802.15.12 Upper Layer Interface (ULI) for IEEE 802.15.4 Low-Rate Wireless Networks
- 802.15.13 Multi-Gigabit/s Optical Wireless Communications

(2) IEEE802.15.4 の活動概要

IEEE802.15WG の TG4 (IEEE802.15.4) は、低伝送レート、低消費電力が対象のセンサ

ーネットワークを中心とした無線通信用の標準を策定している。802.15.4の初期の規格は ZigBee などが使用している。

これまで、IEEE802.15.4は低伝送速度、低消費電力のセンサーネットワーク用であり、送信機会もWLANに比べると少ない。このため、異なった端末が同時に送信し、送信パケットの衝突が起こる可能性が低いことから、通常の衝突回避方法であるCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) が備わっていればよく、これまで混雑環境での課題はあまり問題視されていなかった。TGでDraft作成時にIEEE 802.19WGに提出するCoexistence Assurance documentを提出する程度であった。

しかしながら、IoT活用などで低伝送速度、低消費電力のセンサーネットワークの運用局数が増加し、周波数有効利用に関する課題が懸念され始めていた。

そこで調査者が前職の株式会社国際電気通信基礎技術研究所(通称:ATR)に所属していたATRでの周波数有効利用に関する研究の成果を2010年9月に開催されたIEEE802.15のWNG SCに提案し、その場でInterest Groupの設立が決定した。

周波数有効利用に関する課題とその解決策を図3-38および図3-39に示す。ポイントになるのは、

- Spectrum Resource Measurement (SRM)
- 送信パワー制御: Transmit Power Control (TPC)

である。

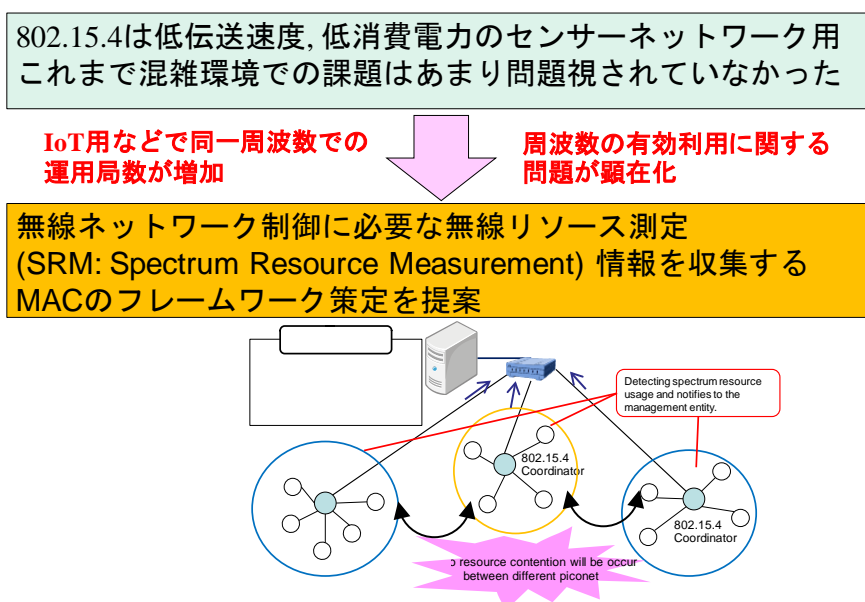
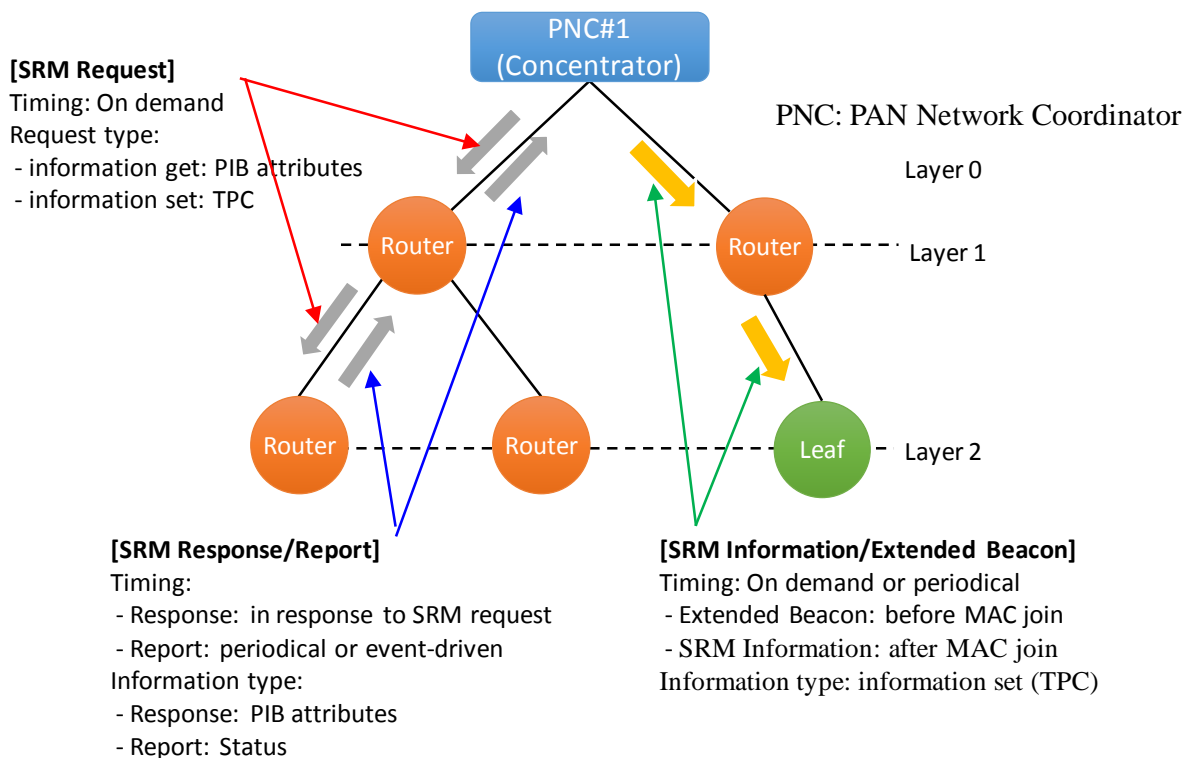


図 3-38 802.15.4 での課題



Source: "IEEE 802.15-15-0177-00-004s-use-case-for-tgd", March 2015

図 3-39 Spectrum Resource Measurement (SRM) の例

(3) 標準化の経緯

標準化については、次の体制で推進した。

TG Chair：北沢祥一 (室蘭工業大学)

TG Vice Chair 兼 Secretary：横田英俊 (Landis+Gyr)

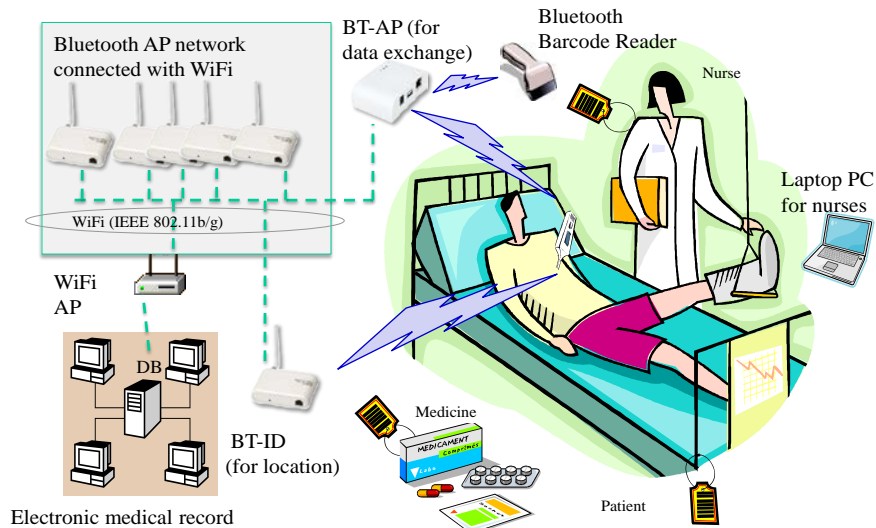
TG4s Ballot Resolution Committee (BRC)は、書面投票(Letter Ballot: LB)で得たコメントを解決する委員である。当初、北沢祥一、横田英俊に加え、島田修作氏が委員として活躍して下さったが病により 2017 年 2 月に急逝され、2017 年 3 月から 3 名が参加 Chris Calvert (Landis+Gyr), Benjamin Rolfe (WG Treasurer), James Gilb (WG Technical Editor) し、コメント解決にあたった。

2010 年 9 月に SC-WNG (Standing Committee Wireless Next Generation) で提案が理解され、まず提案が十分な興味を持たせるものかを審議する Interest Group での議論、研究の必要性を審議する Study Group での議論を経て、TG4s の設置に至ったのが 2014 年 9 月。その後、1st Draft (2015 年 5 月)、Initial WG Letter Ballot (2016 年 7 月)、Recirculation Letter Ballot (2017 年 2 月～8 月)、Initial Sponsor Ballot (2017 年 9 月)、Recirculation Letter Ballot (2017 年 11 月)、Submission to RevCom (2017 年 12 月)、RevCom Approve (2018 年 2 月) という手続きを経て、2018 年 2 月に標準草案が Standard Board で承認され、現在、出版に向け

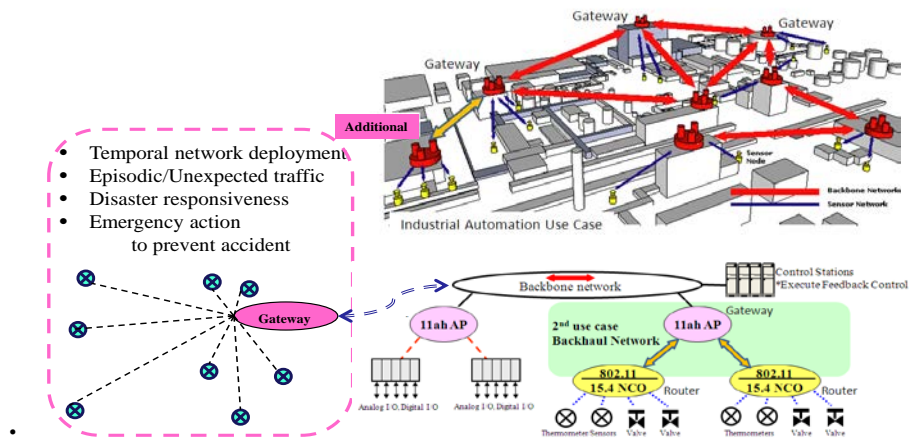
たプロセスに移行しているところである。

(4) 標準の適用領域

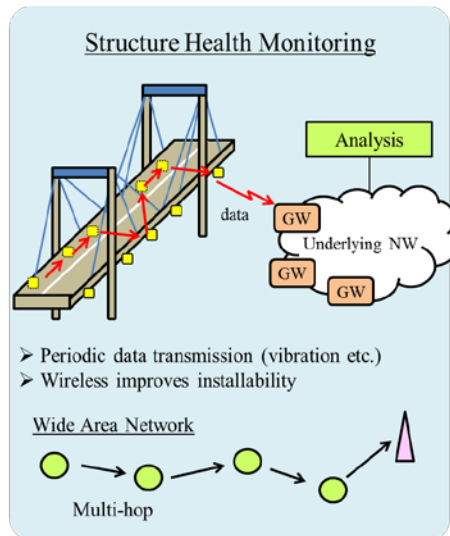
この周波数有効利用技術である SRM の機能を使うアプリケーションについては、IEEE802.15.4 内で検討しており、図 3-40 に示す 4 つが挙げられている。



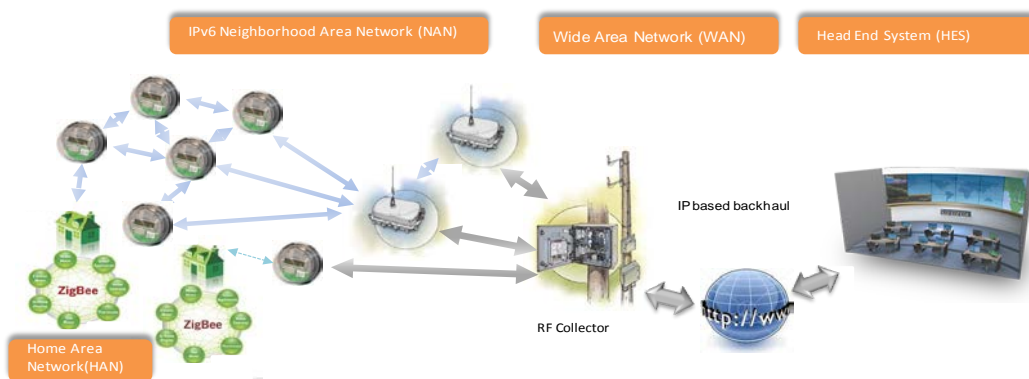
(a) Hospital/Medical/Healthcare



(b) Industrial Automation



(c) **Infrastructure Monitoring**



Citation: Bill Lichtensteiger "Interoperable NANs - A Global Perspective", Wireless Japan 2014, 2014

(d) **Advanced Metering Infrastructure (AMI)**

図 3-40 アプリケーション例

(5) 今後の展望

IEEE 802.15WG へ参加し、当初の目標であった TG4s の 2017 年度内完了を達成することが出来た。規格の出版は 2018 年の 4 月か 5 月頃と言われているが、今後の最終版の編集の進捗をフォローしていく。

IEEE802.15.4 は IEEE802.15.4-2015 版の修正版が完成したことから、802.15.4s も含めた Roll up 版の作成作業が 2018 年から始まる計画である。この際にきちんと 802.15.4s の内容が反映されるよう、また他の規格との齟齬が起きないようにサポートしていく必要がある。

今回の IEEE802.15.4s は日本発で推進した標準である。この標準を用いることで周波数

利用効率が向上し、実社会で役に立つことが期待される。このため、今後、標準の普及のため、国内外の企業等へのプロモーションを行い、また、いち早くこの機能を実装し、実証実験を実施できるようにしたいと考えている。

3.6.5 IEEE802.11 での「5GHz 帯パイロット信号による干渉回避」および「無線 LAN の放送への活用」

無線 LAN の国際標準を策定している IEEE802.11WG において、パイロット信号による干渉回避、無線 LAN の放送への活用の 2 つの提案を行った。その内容と結果は次のとおり。

(1) 「5GHz 帯パイロット信号による干渉回避」の提案

2017 年 7 月会合の WNG SC (Standing Committee Wireless Next Generation) に初めて提案を行った。提案の内容は、IEEE802.11 以外のシステムも含めて、ISM バンドを使用する全システムで共通のパイロットシグナルを使用して干渉を回避する仕組み作りについてである。現在はそれぞれのシステムで異なる方法で干渉の回避が行われている。例えば、以下の方法がある。

- エネルギーを検出して干渉を回避 (IEEE802.11h (DFS) など)
- データベースを使用して干渉を回避 (US TV white space など)

しかし、エネルギー検出方式では各システムで異なる方法(基準値など)が使われる、検出に時間がかかるという問題がある。また、データベース方式では優先的に使用するシステムの情報は得られても、それ以外のシステムの情報が得られないという問題がある。

そこで、これらの問題を解決する方法として共通のパイロットシグナルを使用する方法を提案した。パイロットシグナルの割当には 2 つのアプローチが考えられる。1 つはチャンネル間の隙間の非常に狭い帯域を使う方法、もう 1 つは特定のチャンネルを割当てる方法である。チャンネル間にパイロットシグナルを割当てる場合、図 3-41 に示すように各システムに 1 つ以上のパイロットシグナルを割当てる。同一システムは同じパイロットシグナルの帯域を共有する。

特定のチャンネルを割当てる場合は、図 3-42 に示すようにバンド外にパイロットシグナル用のチャンネル(パイロットチャンネル)を確保する。パイロットチャンネル内は複数のサブチャンネルに分割して使用する。各システムは 1 つずつサブチャンネルを割り当てられ、同一システムは同一サブチャンネルを共有する。

どちらの場合もパイロットシグナルは、無線局の地理的位置、送信電力、必要 D/U 比、送信間隔などの情報を送信する。各システムは、受信したパイロットシグナルの内容にしたがって送信タイミングを調整するなどして干渉を避ける。

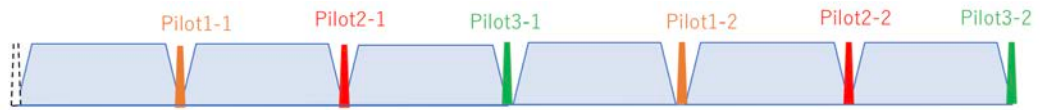


図 3-41 チャンネル間にパイロット信号を割り当

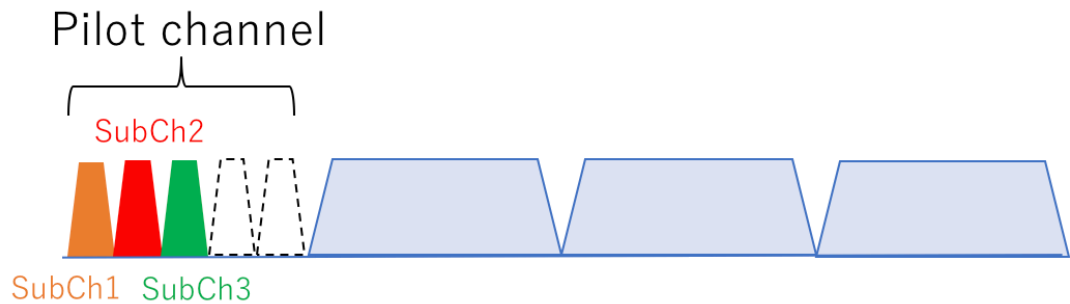


図 3-42 バンド外にパイロットチャンネルを割り当

また、2017年9月会合ではIEEE802.15.4の仕様である”Multi-PHY Management (MPM)”を紹介した。これは図3-43に示すようにスキャン中にCommon Signaling Mode (CSM)のEnhanced Beacon(EB)を受信し、その内容にしたがって使用するチャンネルを選択するというものである。

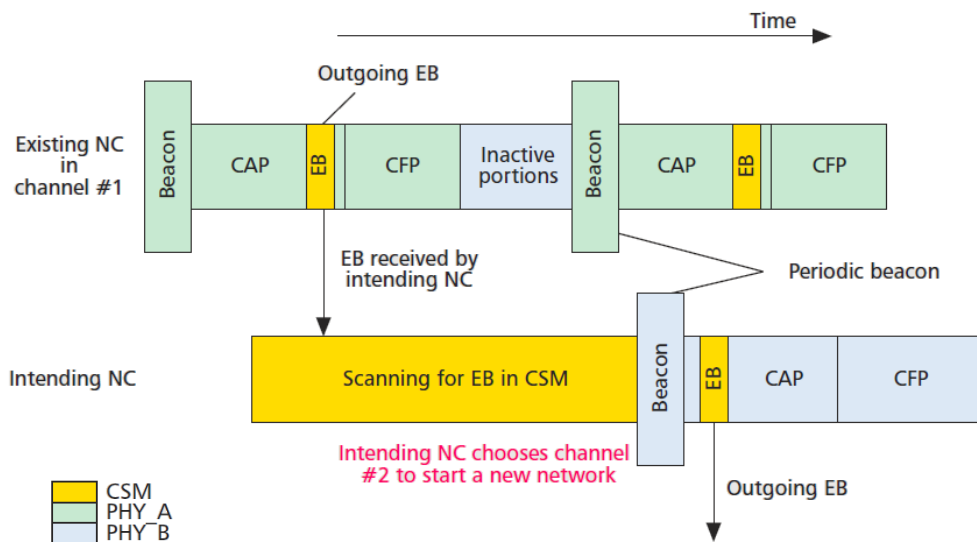


図 3-43 IEEE802.15.4 MPM

9月会合での質疑応答を行い、Straw pollを行ったが、十分な賛同を得られず、一旦提案を休止し、時期を見て再提案することとした。

(2) 「無線 LAN の放送への活用」の提案

この提案も 2017 年 7 月会合の WNG SC (Standing Committee Wireless Next Generation) に初めて提案を行った。提案の骨子は IEEE802.11 で放送型のサービスをサポートすることで、新しいアプリケーションを生み出したり帯域消費を減らしたりすることができるというものである。

提案の詳細は次のとおり。

○ 使用例

以下に挙げるような使用例を想定している。

- ライブストリーミング
スタジアムでの実況中継などのリアルタイムサービスを想定。無線 LAN を使用するため、同一周波数でも複数の論理チャンネルが設定できる。それにより複数言語での放送も 1 つの周波数で行うことができる。また、音声のみでなく、ビデオ、テキスト、HTML なども使用可能である。
- 低頻度更新情報
ショッピングモールのフロアマップや駅での時刻表など比較的更新頻度の少ない情報の提供を想定している。
- 緊急情報
火災時の避難情報、地震情報、避難所での食料配布情報など緊急時の情報配信を想定している。
- センサーデータ収集
定期的にデータを送信するセンサからのデータ収集を想定している。この場合、センサが基地局(放送局)となる。

どの使用例にも共通するのは、その場所に特化したローカルな情報を扱い、かつ、その場にいるユーザが欲すると考えられる情報を配信することである。現在、これらの情報を得るためには検索という動作が必要であり、またその通信は全てユニキャストで行われるため、人数に比例した帯域を消費する。これらの通信をブロードキャストによって行うことで帯域消費を減らすことが期待できる。

このようなサービスを提供するには以下の理由から IEEE802.11 無線 LAN が適している。

- 無線は本質的に放送に向いている。(範囲内のデバイスは受信可能)
- IEEE802.11 にはブロードキャストの仕組みがある。(グループアドレス)
- コンテンツをリアルタイムで送信可能。
- セルの大きさが数十 m 程度とちょうどよい。
- 免許不要
- 低コスト

しかしながら、放送型サービスを提供するには以下の事項を検討する必要がある。

- セキュリティ：セキュリティについては受信者による送信者の認証が必須と考えられる。現在の IEEE802.11 では IEEE802.11i, IEEE802.11ai のセキュリティ仕様があるが、今回の提案で想定しているような不特定多数に提供するサービスではこの仕様では十分ではなく、セキュリティホールが発生するので、新しい方式の採用が必要になる。
- セッション確立：放送の場合、特定のグループのみに受信させる場合は、暗号化が必要になる。しかし、基本的には広く情報を伝えることが基本なので、暗号化が必要でない場合も多い。暗号化しない場合、基地局から端末に公開鍵を送るだけでセキュリティを確保でき、消費電力の削減につながる。暗号化する場合であっても、は、既存の暗号鍵を共有する方法とは別の方法(例えば QR コードなど)で暗号鍵を共有すれば、やはり消費電力が削減できる。
- QoS：動画の放送では大きな帯域を占有し、その他の通信に影響を与えることが考えられる。そこで、ブロードキャストとそれ以外の通信双方の QoS を考えることが必要になる。
- コンテンツ判別のためのレイヤ設計：ブロードキャストとそれ以外の通信を判別するため、レイヤ設計が必要になる。

(3) 提案に対する反応と SG 設立の承認

2017 年 9 月会合、2017 年 11 月会合で Straw poll を行ったが、十分な賛成を得られず、2018 年 1 月会合でようやく Straw poll で十分な賛成を得られ、その後の Closing Plenary 会合で賛成多数で概要をプレゼンし、以下のモーションを行った。

Motion - Broadcast Services (BCS) Study Group formation

- Request approval by IEEE 802 LMSC to form an 802.11 Study Group to consider broadcast service enhancements as described in <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/17/11-17-1736-04-0wng-broadcast-service-on-wlan.pptx> with the intent of creating a PAR and CSD.
- Moved: Hitoshi Morioka
- Seconded: Hiroshi Mano
- Result: 24-3-23 Passes

その結果、賛成多数で SG 設立が承認された。その際に、IEEE802.11WG Chair から調査者のチェアとしての能力に不安があるため、誰か推薦して欲しいとの要望があり、TGai で Vice Chair を務めた Marc Emmelmann を推薦し承認された。調査者は Vice Chair (TG), Secretary(SG)に就任し、経験を積む予定である。

なお、SG 設立には IEEE802 EC での承認が必要であり、IEEE802 EC は Plenary Session

でしか開催されないため、3月会合後に審議される予定である。よって、3月会合では TIG として活動することになっている。

(4) 今後の展望

「無線 LAN の放送への活用」は IEEE802.11WG 1月会合で、Study Group 設立が承認された。3月会合では BCS(Broadcast Service) TIG (Topic Interest Group)として、3月会合後の IEEE802 EC(Executive Committee)で承認されれば5月会合より BCS SG として Task Group 設立に向けて活動していく予定である。なお、調査者は Vice Chair (TG)、Secretary(SG)に就任予定である。

3.6.6 IEEE P7000WG での AI (人工知能) に関する標準化活動の状況と展望

(1) IEEE の AI 倫理標準化の経緯

IEEE-SA は AI に関する研究の盛り上がりを受け、2016年4月に Global Initiative on Ethics of Autonomous and intelligent systems を立ち上げた (当初の名称は Global Initiative for Ethical Considerations in Artificial Intelligence and Autonomous Systems)。議長は Raja Chatila 仏国立科学研究センター (CNRS) インテリジェントシステム&ロボット研究所 (ISIR) 所長、副議長は Kay Firth-Butterfield、AI Austin 上級局長である。実務は IEEE 契約コンサルタントである社会活動家の John C. Havens が仕切る。

本イニシアチブは、名称からも分かるとおり、AI の倫理問題に正面から取り組んでいることが特徴である。そのために図 3-44 に示す通り、論点や標準化テーマを洗い出す活動と、具体的な標準化プロジェクトとの2つを行っている。

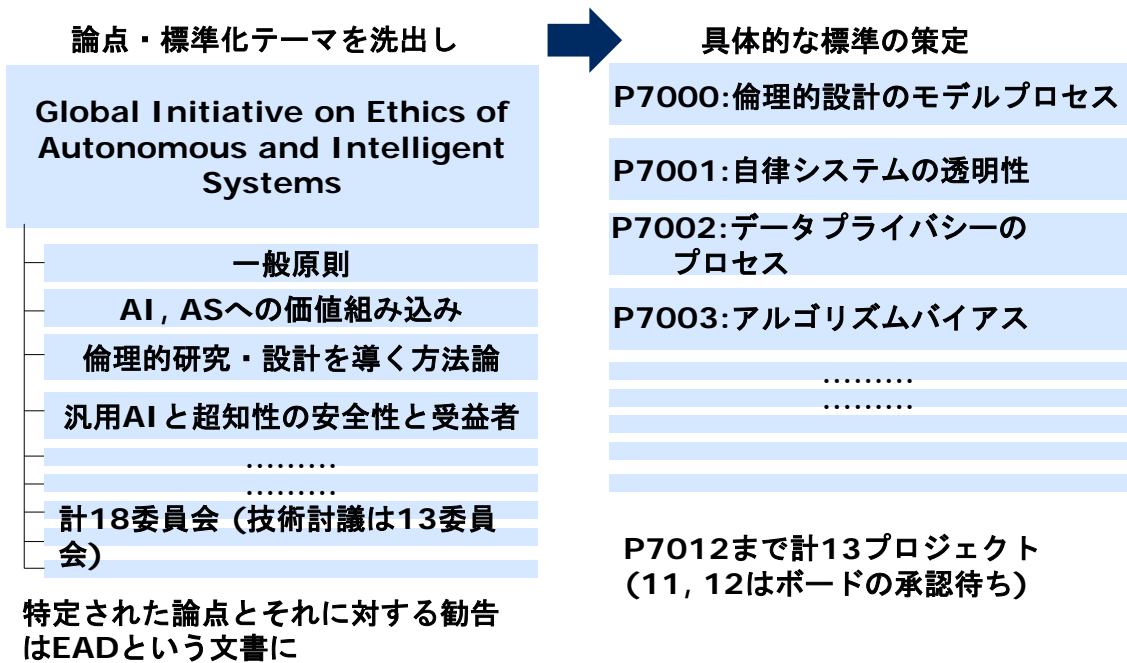


図 3-44 IEEE 倫理イニシアチブの活動とその構成

論点洗い出しであるが、これは 18 の委員会(技術討議を行う下記 13 委員会、Executive Committee (執行委員会), 事務局的な 4 委員会 (Drafting, Standards, Ecosystem Mapping, ‘Lexonomy’)により行われる。

1. General Principles (一般原則)
2. Embedding Values into Autonomous Intelligent Systems (AI/AS への価値組み込み)
3. Methodologies to Guide Ethical Research and Design (倫理的研究と設計を導く方法論)
4. Safety and Beneficence of Artificial General Intelligence (AGI) and Artificial Superintelligence (ASI) (汎用 AI と超知性の安全性と受益者)
5. Personal Data and Individual Access Control (個人情報とアクセス制御)
6. Reframing Autonomous Weapons Systems (自律兵器の再定義)
7. Economics/Humanitarian Issues (経済および人道的事項)
8. Law (法)
9. Affective Computing (感情を読み表すコンピュータ)
10. Policy (政策)
11. Classical Ethics in A/IS (A/IS における古典的倫理)
12. Mixed Reality in ICT (ICT での複合現実)
13. Well-being (幸福)

これら委員会での討議結果は、Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human

Wellbeing with Artificial Intelligence and Autonomous Systems (EAD, 倫理的整合のとれた設計: AI と AS において人の幸福を優先するためのビジョン)という文書にまとめられる。EAD の第 1 版 (for public discussion 版, EADv1)は 2016 年 12 月に発行された。文書は、基本的には電話会合での議論により作成されている。EAD 第 2 版は 2017 年 12 月に発行されたが、このために 2017 年 6 月に SEAS (Symposium on Ethics of Autonomous Systems)という会合を開催し、関係者が集まり討議した。第 1 版と第 2 版の主な相違点は、第 1 版の時点では存在しなかった委員会やイニシアチブ設立からかなり遅れて設立され十分な討議が進んでいなかった 5 委員会の討議内容が追加されたことである。また、各委員会での討議内容の精査、拡充も行われている。

EAD はイニシアチブの各委員会 (の分野) 毎に論点を数点挙げ、その論点の背景、勧告案、参考文献を記述している。例えば Embedding Values into Autonomous Intelligent Systems (AI/AS への価値組み込み)で挙げられている論点は下記となる。

- AI システムのための規範や価値の特定
 - 組み込むべき価値は往々にして特定のユーザーコミュニティや課題に依存
 - 要求過多。様々な相矛盾しうる規範や価値に従うことが求められる
 - 特定グループに不利なアルゴリズム的バイアスを持つ可能性
- AI システムへの規範や価値の組み込み
 - 規範セットが特定されても、実装方法は決して明らかではない
- 人と AI システムとの間で規範や価値の整合が取れていることを評価し確認
 - 組み込まれた規範は人間コミュニティの規範と両立する必要がある
 - AI に対する適切なレベルの信頼の確立
 - 整合性の第三者評価

最初の論点である「組み込むべき価値は往々にして特定のユーザーコミュニティや課題に依存」について EAD は、万人向けの規範や価値のセット構築は非現実的と認め、特定のコミュニティや課題向けの規範セットを特定すべき、と勧告する。欧州関係者がメンバに多いためか、価値の押し付けとはならないよう留意していることが感じられる。

本 EAD は今後、各勧告について関係者の投票ほかを通じた精査を行い、2019 年央に最終版を発行する計画である。

(2) P70xx 標準化プロジェクトの構成

EAD は視野の広い文書であり、挙げられている論点は標準化以外 (教育や立法他) で解決すべき論点も多い。これらは適切な機関や組織へと提言されるが、標準化で解決すべき論点は IEEE SA の活動として標準化プロジェクトが立ち上げられることとなる。これが IEEE P70xx 標準化プロジェクト群である。

現在、設立が正式に承認されている標準化プロジェクトの一覧を表 3-9 に示す。

表 3-9 IEEE P70xx 標準化プロジェクト一覧

	タイトル	役職者	開始/完成 目標
P7000	倫理的設計のモデルプロセス	議長: John Havens (IEEE コンサルタント、社会運動家) 副議長: Sarah Spiekermann (ウィーン経済・経営大学)	2016/09, 2018/07
P7001	自律システムの透明性	議長: Alan Winfield (西イングランド大) 幹事 江川尚志 (NEC)	2016/12, 2018/01
P7002	データプライバシーの処理	議長: Michelle Dennedy (cisco) 副議長: Aurelie Pols (Mind Your Privacy(コンサルタント会社)) 幹事: Matthew Silveira (Objective Business Solutions)	2016/12, 2018/01
P7003	アルゴリズムバイアス (差別)	議長: Ansgar Koene (ノッティンガム大) 副議長: Paula Boddington (オックスフォード大)	2017/02, 2018/07
P7004	子供と学生データのガバナンス	議長: Marsali Hancock (DQ Institute, シンクタンク, NPO)	2017/03, 2019/02
P7005	従業員データのガバナンス	議長: Ulf Bengtsson (Sveriges Ingenjorer, スウェーデン大学卒エンジニア協会) 副議長: Christina Colclough (UNI Global Union, 労働組合の国際組織)	2017/03, 2017/12
P7006	パーソナルデータ AI エージェント	議長: Katryna Dow (Meeco) 副議長: Gry Hasselbalch (DataEthics (シンクタンク). コペンハーゲン大教授でもある)	2017/03, 2017/12
P7007	用語	議長: Edson Prestes (リオグランデ・ド・スル連邦大学) 副議長: Sandro Rama Fiorini (パリ第 12 大学)	2017/03, 2018/03
P7008	人を倫理的に動かす AI	議長: Laurence Devillers (LIMSI, CNRS 附属研究所) 副議長: John Sullins (ソノマ州立大学)	2017/07, 2018/12
P7009	AI のフェールセーフ設計	議長: Danit Gal(北京大, IEEE アウトリーチ委員会議長) 副議長: Alan Winfield (西イングランド大)	2017/07, 2018/12
P7010	AI 時代の幸福の指標	議長: John Havens (IEEE コンサルタント、社会活動家) 副議長: Laura Musikanski (Happiness Alliance, NPO)	2017/07, 2018/12

ここに記した開始日は、新規案件を審議する委員会 NESCOM でプロジェクトが承認さ

れた日時である。その後 IEEE ボードでの審議を経て正式にプロジェクトはスタートする。完成目標は設立趣意書に書かれた親ソサエティでの第 1 回スポンサー投票目標日時である。スポンサー投票が成功すると、技術的に完成とみなされる。その後議論の公平性等のチェックを経て半年程度で正式な IEEE 標準となる。作業は全般に遅れており、例えば P7000 の完成目標は上記では 2018 年 7 月とされているが、現時点ではプロジェクト内で 2018 年末が目標とされている。

これら以外の標準化プロジェクトも検討されている。現時点で発表されているプロジェクトは 2 件ある。

- P7011: The Process of Identifying and Rating the Trustworthiness of News Sources Recommendation (ニュース源を特定し信頼性を格付けするプロセス)
- P7012: Machine Readable Personal Privacy Terms Recommendation (機械可読の個人情報用語)

これら 2 件は 2017 年 12 月に NESCOM での審議を通過し、ボードの承認待ちとなっている。

ボード承認待ち 2 件を含めたこれら 13 件の標準化プロジェクトは、大別して 4 つに分類できよう。

- (a) AI ならではの: P7001, 03, 08
- (b) 個人情報保護系: P7002, 04, 05, 06, 12
- (c) ソフトウェア系: P7000, 09
- (d) その他: P7007, 10, 11

(a) 以外は必ずしも AI に特化していない模様である。本調査では P7000 の詳細を調べたが、広くシステム一般を対象としており、AI に特化していない。P70xx という耳目を集める標準化プロジェクトを奇禍として、倫理系の課題をまとめたのではと推察する。

(3) P7000 (倫理的設計のモデルプロセス) 概要

IEEE P7000 標準化プロジェクトの名称は Model Process for Addressing Ethical Concerns During System Design (システム設計時の倫理上の懸念を扱うためのモデルプロセス) となっている。技術内容に責任を持つスポンサーは Computer Society, Software & Systems Engineering Standards Committee (C/S2ESC) で、議長は John Havens (IEEE コンサルタント、社会運動家)、副議長は Sarah Spiekermann (ウィーン経済・経営大学) が務める。

本プロジェクトが 2016 年 9 月に NESCOM (New Standards Committee) で承認された時の趣意書では第 1 回スポンサー投票の目標は 2018 年 7 月とされているが、2017 年 9 月のウィーン会合で、2018 年末を目指すことがアナウンスされた。IEEE のスポンサー投票では、参加資格が個人単位の場合と企業単位の場合があるが、P7000 は個人単位の投票とな

っている。

本標準は技術に関わる関係者がシステム開発を開始し、分析し、設計する時に倫理上の懸念を適切に扱う事が出来るよう手順のモデルを定める。技術の関係者は一般に、倫理に関する知識が乏しく、倫理的な懸念が起き得ることを認識したとしても、それを設計に反映する方法を熟知していることは稀だからである。

趣意書によれば P7000 に関連する既存の標準は:存在しない。関連文書とされるのは IEEE, 及び IEEE Computer Society/ACM ソフトウェアエンジニアの倫理綱領 (code of ethics)である。利用者としては技術者に加え研究者、企業、大学、各種の組織など技術の具体化に関わる組織を広く想定する。

(4) P7000 関連会合の状況

P7000 の作業はほぼ全て電話会合で進められる。これまでの会合状況を表 3-11 に示す。ウィーン会合でサブグループ設置が合意され、11 月 28 日の電話会合で具体的構成が決まった。その後はこれら全体会合に加えサブグループの会合が月に 1 回弱設定されている。

報告者はウィーン会合以降の議論に参加している。iMeet という作業支援ツールが使われており、ほぼ毎日なんらかのメールが数通飛び交っている(あるいは iMeet にログインして参照する)。

表 3-10 これまで開催された P7000 全体会合

2016/11/04	電話会合
2016/12/16	電話会合
2017/01/19	電話会合
2017/03/07	電話会合
2017/04/19	電話会合
2017/09/25, 26	ウィーン経済・経営大学
2017/11/03	電話会合
2017/11/28	電話会合
2017/12/15	電話会合
2018/01/26	電話会合

ウィーン会合は、直前に完成した第 1 版を集中討議する場として設定された。サブグループの議論が収束し、ドラフトの完成度が高まったら第 2 回 F2F 会合を開催することになりそうである。

現在 P7000 の参加者のうち、投票権を持つメンバは 42 名である。うち大学が 19 名とほぼ半分を占める。NPO 等からの参加者も多い。またこれは P70xx 標準化プロジェクト全般に言えることであるが、欧州からの参加者が多く、米国からの参加は意外と少ない。

報告者以外のアジアからの参加者は稀である。

標準ドラフトであるが、全体を集約している最新版は 2017 年 10 月に発行された第 2 版である。9 月ウィーン会合直前に出た第 1 版を会合でレビューし、その結果を反映して第 2 版が作成された。現在はサブグループ毎に討議が進んでいる。全体を集約した第 3 版は 2018 年後半 (恐らく F2F 会合直前) になる見込みである。そのため、下記の記述は基本的には 2017 年 10 月の第 2 版に基づく。

○ 2017/09/25, 26 ウィーン会合

ウィーン会合は 2017 年 9 月 25, 26 日にウィーンで開催された。場所は初日が IEEE ヨーロッパ本部、2 日目がウィーン経済・経営大学であった。参加者は初日が 22 名、2 日目が 23 名であった (事務局を除く)。

本会合に報告者は寄書を提出していない。P7000 は報告者が慣れ親しんでいる技術的な標準化と方向性が異なることもあり、現状把握を目的として参加した。会合では他の P7000 活動との整合性を取る観点からの指摘、JTC 1 や ITU などでの議論の紹介など、標準化それ自体の専門家として発言した。P7000 には AI の専門家や技術倫理の専門家、NPO の活動家などが多く、標準化活動に不慣れな参加者が多いため、報告者の発言は歓迎されたと理解している。

会合冒頭で、初日が IEEE ヨーロッパ本部で開催されたこともあってヨーロッパ支部長が挨拶。これは設計に倫理を入れる初めての標準であり期待しているとのことであった。P7000 に限らず P70xx 全般に対し IEEE-SA 上位役職者からの注目度は高いと感じる。

その後、会合直前に完成した第 1 版のイントロダクションをレビューし、システム開発を仮定して参加者全員で P7000 の最初のステップとなる価値の特定を体験。その後第 1 版の主要な章を 1 日間かけてレビューし、議長が今後の作業方法として解くべき課題のリストを提示、各々の課題を解くためのサブグループを設置し、議論は基本的に各サブグループで行い、全体の統合は当分の間行わないことを提案し、了承された。議長が提示した課題リストは荒削りであったため後に整理され下記となった。

1. P7000 に組み込まれるべき工学上の原理 (完全性、エラーなし、決定に十分な時間と余裕、等々) は何か
2. 技術系の組織が複雑に絡み合う現在、責任を維持管理する方法
3. 軽く、簡単に実行でき、しかも価値組み込みが可能な工学的方法
4. 完璧なリスク管理ではなく「軽量」の要求で扱い得る価値の品質
5. システムが守るべき価値と、複数の価値の優先度を決定する方法
6. P7000 の記述を簡潔に、見通し良くする方法
7. P7000 において必要となる役割と責任
8. P7000 が提供すべき基本的価値
9. P7000 の完成度を判定する方法

10. P7000 で行われる継続的かつ反復的なオペレーション

これらを基にサブグループの構成が定義され、最終的に 11 月 28 日の電話会合で下記の 5 サブグループ設置が決定された。

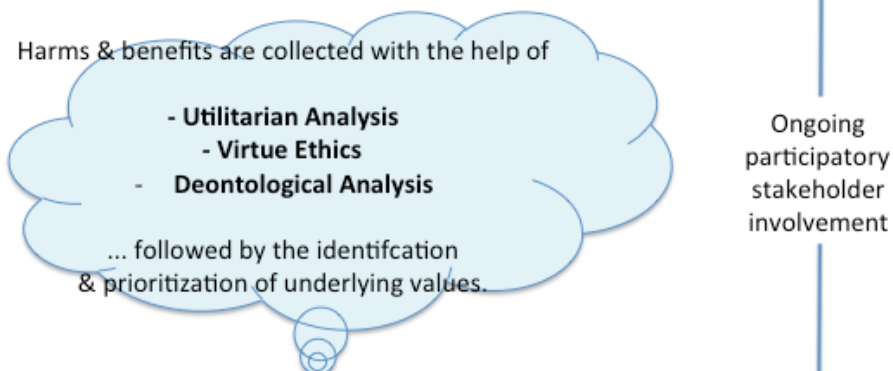
- Ethics (原理、価値の特定と葛藤の解決、P7000 が提供する基本的価値)
- Systems and their Stakeholders (制御性と観測性、役割と責任と利害関係者の管理)
- Risk (リスク管理と「軽い」リスク管理、リスク評価は完全 or 軽くなるべき?)
- Process (設計のフローと関門, オペレーションと反復)
- Conformance Approaches

現在はこれらサブグループで内容の深化が行われている。

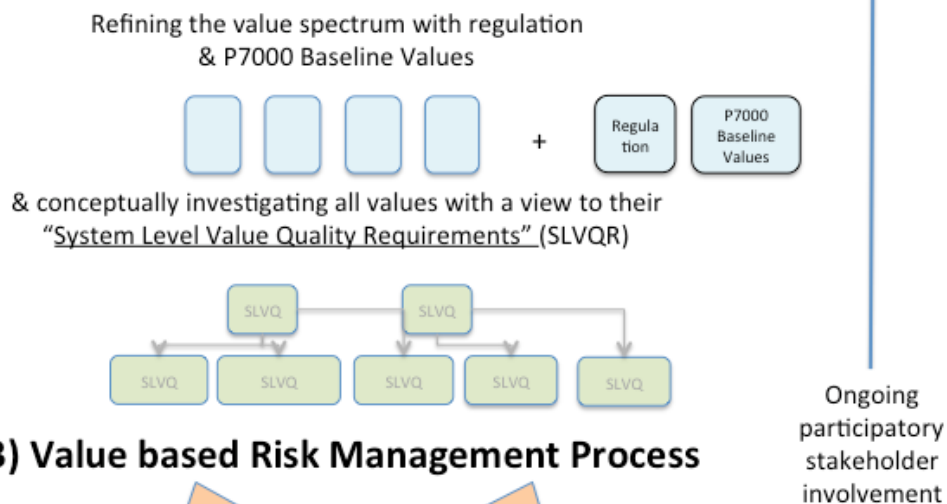
(5) P7000 標準案の内容

現在の最新版であるドラフト第 2 版 (2017/10 版) は全 82 ページからなり、技術関係者がシステム開発時に倫理上の懸念を扱えるよう手順をモデル化している。これは考え方の整理であり、検討後取るべき行動は規定していない。また対象はシステム一般であり、AI に限定しない。分野ごとの記述が必要なら今後、別標準を作成することとなる (例えば P7000.x となる)。

(1) Ethical Business or Mission Analysis Process



(2) Value Needs Refinement Process



(3) Value based Risk Management Process

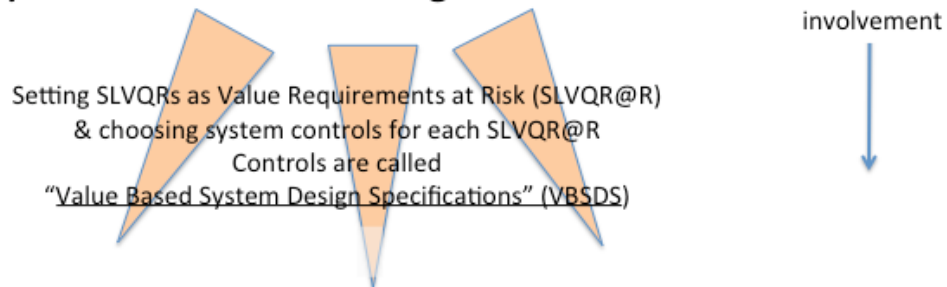


図 3-45 P7000 の中核プロセスの論理的流れ

図 3-45 に P7000 の中核プロセスの論理的な流れを示す。P7000 は中核プロセスを(1) 準備；倫理的観点からのビジネス/ミッションの分析 (2) 価値からの要請の精緻化 (3) 価値に基づくリスク管理、の 3 つのプロセスに分けている。そしてこれら 3 プロセスの詳細、および 3 プロセスの前提や付随する事柄を記述している。

本プロセスの前提としては、本プロセスに入れるべき価値として功利論や義務論ほかを例示している。また、基本となる考え方として、共通の価値観を第一とすべきこと、オープンにすることを恐れぬこと等々を例示している。また関係者としてトップマネジ

メント、システムの専門家、価値の専門家、価値調停会合の運営者、リスク管理者、ユーザの代弁者、上級製品管理者を挙げ、各々の関係者ごとに役割を例示している。

その上で、フローチャートを用いて各プロセスの詳細を記述している。例えばライフサイクル全体で見た時のフローチャートを図 3-46 に示す。要所には関門が設けられており、それらで守るべき事柄が詳述される。

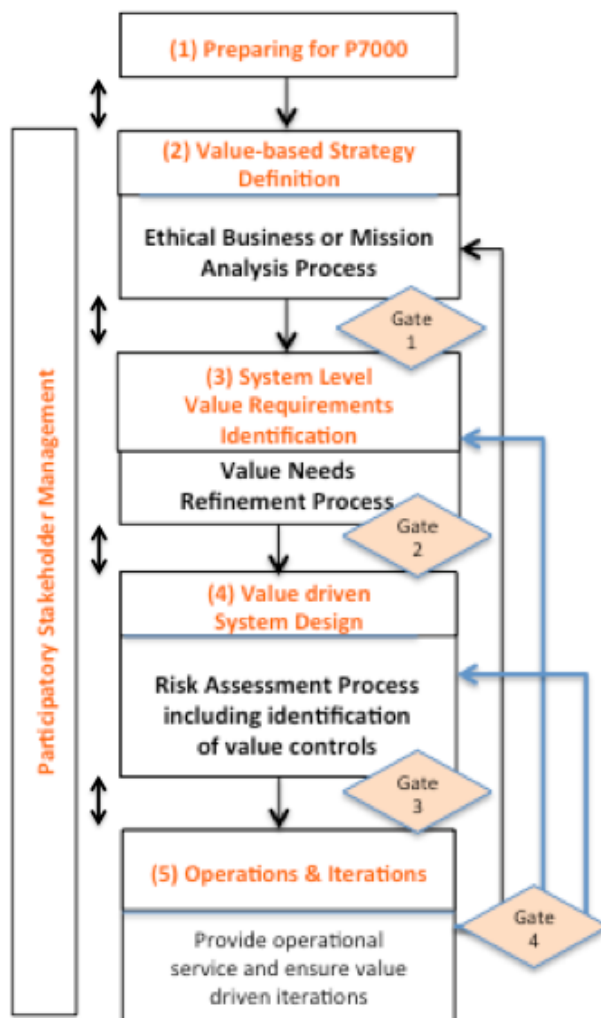


図 3-46 システムのライフサイクルでの価値を含んだ設計プロセス

前記 3 段階からなる中核プロセスに付随する事柄として、プロセスに透明性があり検証できることが重要であるとして、各段階で留意すべきことを記述する。

また補遺として、分野依存のシステム特性の分類 (人はシステムと直接かかわる・関わらない他)、システム・オブ・システムへの適用、AI システムの制御性、価値の発見方法、価値と徳に基づく設計の詳細、基本的概念を記述する。

(6) 今後の展望

現在進行中の AI 標準化の中で最も検討が進んでいる IEEE の P7000 標準化プロジェクトに参加して内容を分析した。AI は単体でも動作し、相互接続性は必ずしも必要ない。このため標準化機関の対応は鈍かったが、2017 年前後から JTC1, ITU などでも AI 関連の標準化活動が始まっている。そのなかで IEEE P70xx 標準化プロジェクト群は、倫理面の課題を標準化によって解決することを目指す、というユニークなアプローチをとっている。これは、総務省 AI ネットワーク社会推進会議や内閣府人工知能と人間社会に関する懇談会が示した方向を、実務者が使えるレベルのルールとする活動と見做すことができる。P7000 では、特定の価値観の押し付けはしないよう留意しているが、参加者は欧米がほとんどであり我が国の価値観と必ずしも整合しない標準となる可能性は否定できない。その観点から、P7000 を始めとする IEEE の標準化に今後とも注意を払うべきである。

3.7 ITU-T 等に関する詳細調査の概略

3.7.1 調査した ITU-T SG20 等の組織概要

ITU-T の組織概要は割愛する。今回調査対象とした組織の概要は以下の通り。

ITU-T SG20	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2015 年 6 月に ITU-T に新設 ・ IoT および Smart Cities and Communities (SC&C)が研究対象 ・ アプリケーションに特化しない共通プラットフォームや相互運用性の標準化だけでなく個々のアプリケーションも標準化対象としている。
FG-DPM	<ul style="list-style-type: none"> ・ 正式名称は、Focus Group on Data Processing and Management to support IoT and Smart Cities & Communities (IoT とスマートシティ・コミュニティをサポートするデータ処理と管理) ・ データセットとデータ管理システムの相互運用性をサポートするメカニズムを提案する。既存のデータ管理技術と、ブロックチェーンなどの最新動向を調査し、システムデータの管理に対する効率的でスケーラブルな方策を検討することを目的とする。 ・ SG20 (IoT とスマートシティ・コミュニティ) の提案により、SG20 配下に 2017 年 3 月に設置。活動期間は 2017 年 4 月～2019 年 12 月。
ASTAP	<ul style="list-style-type: none"> ・ APT (Asia-Pacific Telecommunity、アジア・太平洋電気通信共同体) の一組織 ・ アジア・太平洋(APAC)地域の ICT 分野の標準化活動を強化し、地域として国際標準の策定に貢献することを目的 ・ APAC 地域 38 カ国と 4 地域が加盟、135 企業が賛助会員 ・ 主に加盟国の ICT 管轄省庁、通信キャリア、通信ベンダ等が参加

3.7.2 今回調査テーマに関する今後の標準化の展望

調査テーマ	今後の標準化の展望
スマートシティ標準化動向調査および提案活動	<p>1) ASTAP EG IOT では、標準仕様、規格の作成はおこなっていない。レポート作成を目的とした以下の二つの作業(Work Plan)が進行している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Report on Smart Cities Use Cases and Technologies in APT region ・ Other M2M/IoT Applications and /Services <p>今回の会合中、後者については具体的な議論はなく、前者のスマートシティユースケースに関するレポート作成が重点的に議論された。このレポートは、APAC 地域のスマートシティ事例を収集するもので、現在までに、中国、台湾、韓国、マレーシア、シンガポール、インド、日本の事例が記載されている。</p> <p>2) ITU-T SG20 では、2015 年 10 月に開催された初回会合以来、スマートシティに関する標準化議論が進められてきた。2018 年 2 月現在で、6 件の勧告の作成が完了している。一般的に、主エディタ国がそれぞれの勧告のテーマに関心が高いものと考えられる。中国はスマートパーキングに関する勧告作成の主エディタを担当した。ASTAP でもスマートパーキングを事例として紹介しており、中国がこの分野に力を入れていることが伺える。韓国は交通関係の勧告の主エディタを担当した。これも ASTAP での事例提案と一致しており、韓国で交通分野のスマート化に高い関心があることが推測される。</p>
データ利活用に関す	FG-DPM では、IoT を活用したスマートシティ・コミュニティ

る標準化動向調査	を実現するために必要な、データセットとデータ管理システムの相互運用性をサポートするメカニズムを議論している。議論のポイントは、データ利活用の実現に必要な、データモデル・相互運用性・プライバシー・データ品質などである。
----------	--

3.7.3 ASTAPEG IOT におけるスマートシティ

(1) 中国のスマートシティ事例

中国からは、都市公共サービスとして寧波市 (人口 764 万人/2012 年) のクラウドホスピタル (図 3-47)、上海市 (人口 1,412 万人/2010 年) のスマートパーキングが紹介されている。クラウドホスピタルは、複数の病院や薬局が連携しプラットフォームとして機能することにより、遠隔医療や適切な医療サービス提供を実現するソリューションである。100 の医療機関、226 人の医師、4 の薬局が参加しプラットフォームを構成している。

スマートパーキングは、China Unicom、Deutsch Telecom、Vodafone、Etisalat 等のモバイルオペレータと Huawei により実施されているプロジェクトで、上海市内の宿泊施設にて試行されている。334 の駐車スペースに低消費電力の無線通信「NB-IoT」を利用したセンサを設置し、空車情報を近隣の車に送信し空車スペースの検索、予約、および空車スペースへのナビゲート、料金支払いを可能にし、稼働率最大化を実現するソリューションである。

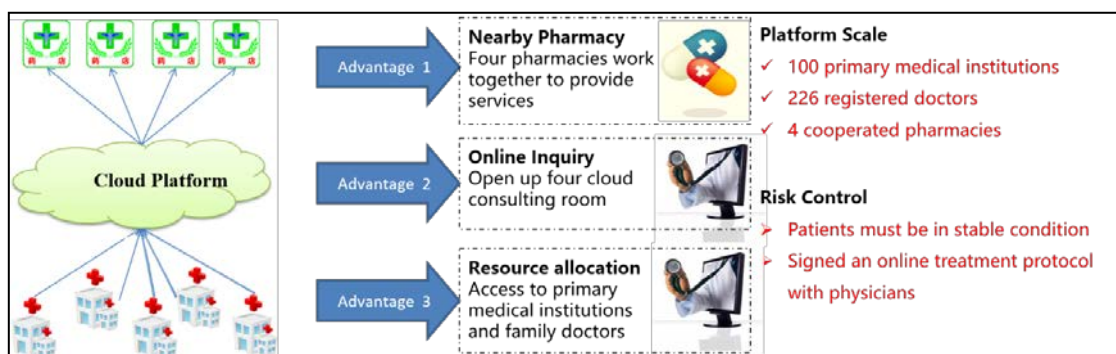


図 3-47 寧波市クラウドホスピタル (出典：ASTAP-29/TMP-04 (Rev.2))

(2) 台湾のスマートシティ事例

毎年のように台風の影響を受ける台湾のスマートシティ事例が紹介されている。この事例は、台南市(人口 189 万人/2016 年)における洪水対策ソリューションで、台湾のモバイルオペレータである遠伝電信(FET)が開発を進めている。各種モニタリングデバイスを街に設置し、水位のモニタリングやリアルタイムでの洪水警報配信などを遠伝電信の高速網を利用して実現する。政府機関横断でモニタリングデータへのアクセスを可能にすることで、洪水防止のための設備の遠隔制御、被害最小化、復旧の迅速化、被害者数の減少を実現するとしている。

(3) 韓国のスマートシティ事例

韓国 MSIT(Ministry of Science and ICT)が釜山広域市(人口 349 万人/2015 年)で実施したスマートシティプロジェクト(<http://www.k-smartcity.kr>)が紹介されている。このプロジェクトによるスマートシティユースケースは、oneM2M (<http://onem2m.org/>)標準に準拠したオープンプラットフォームの上に構築されている。具体的な事例として、交通管理サービス、スマートパーキングサービス、セーフティサービスが紹介されている。

交通管理サービス(図 3-48)は、監視カメラが幹線道路の交通状況を監視し渋滞情報をプラットフォームに蓄積する。この情報をもとに迂回路などの情報を道路上のサイネージに提示する。

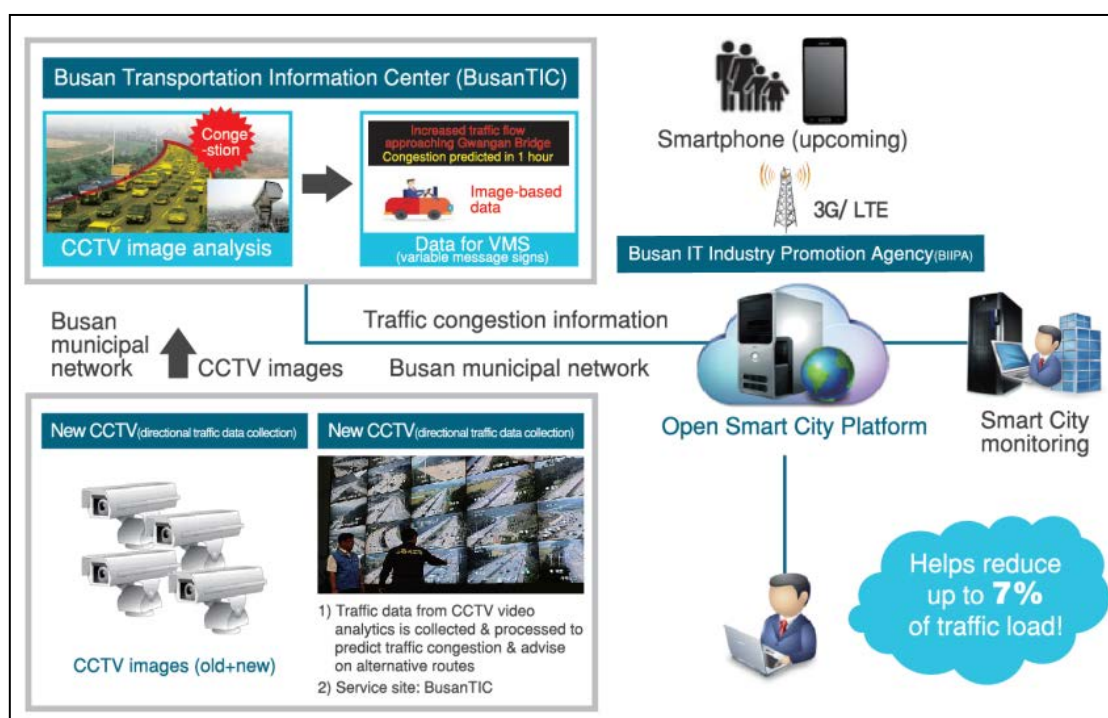


図 3-48 釜山の交通管理サービス (出典：ASTAP-29/TMP-04 (Rev.2))

スマートパーキングサービス(図 3-49)は、監視カメラ、駐車スペースに設置されたセンサが駐車場内の空きスペースを検知する機能を有し、空車情報がスマートフォンアプリで確認できるというサービスである。

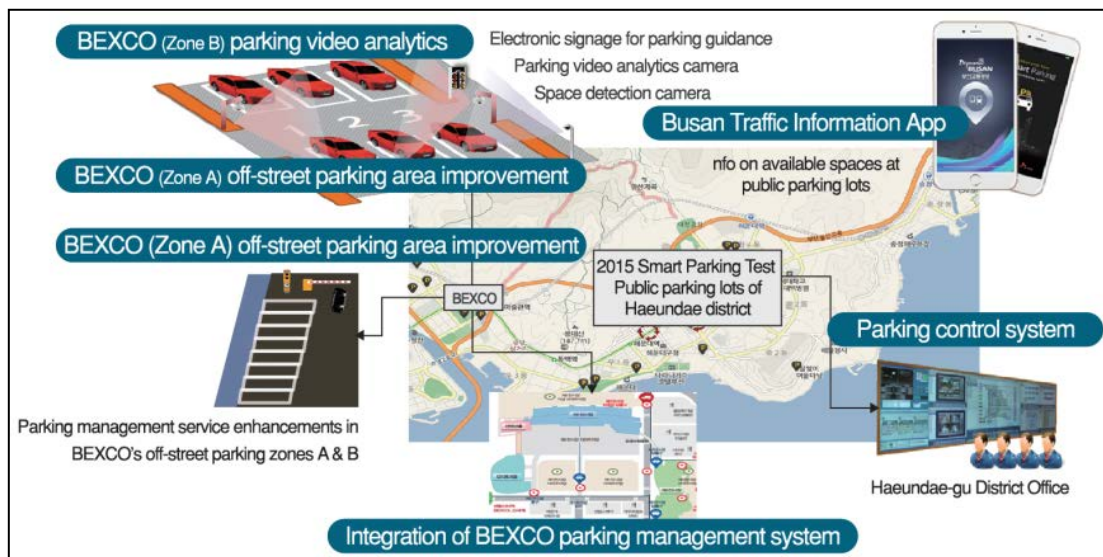


図 3-49 釜山のスマートパーキングサービス (出典：ASTAP-29/TMP-04 (Rev.2))

(4) マレーシアのスマートシティ事例

マレーシアでは、Cyberjaya (人口 9 万人/2015 年)、マラッカ (人口 46 万人)、Iskandar (人口 181 万人/2013 年)の 3 都市でスマートシティプロジェクトを推進している。ASTAP 会合では、このうち Cyberjaya での事例が紹介されている。Cyberjaya はマレーシアのシリコンバレーを目指し、IT 特区として開発されてきた新興都市である。Cyberjaya では、スマートシティロードマップを公表しており、2020 年にはインフラ、環境、経済、ソーシャルの面でスマート化を実現するとしている。

実事例として、スマート交通システム、スマートセキュリティ、スマートビルディング、スマートロジスティクス、スマートトランスポート等のキーワードをあげているが具体的な説明は記載されていない。実証実験をおこなう環境の提供を通じて IT 投資(特に外国からの投資)を呼び込むことを目指しているものと思われる。

(5) シンガポールのスマートシティ事例

本事例はシンガポール(人口 561 万人/2016 年)からの提案ではなく、GSMA が提案したものである。会合において、シンガポール政府は、自国の別の事例を提案したい旨を表明しており、次回会合にて提案があるものと思われる。GSMA により紹介された事例は、シンガポールのテレコムオペレータ StarHub の Grid 360 プラットフォームと呼ばれるもので、人の密集度や行動パターンを分析して最適な公共交通サービス構築を提案するというものである。例えば、高齢者が多く集まる場所にはエレベータ設置や、青信号期間を延長する等の改善が可能となる。

(6) インドのスマートシティ事例

具体的な事例の紹介はないが、インド国内におけるスマートシティへの取り組みが紹介されている。インドは2015年にスマートシティに関する戦略を発表し、2020年までにインド国内100都市でスマートシティ構築を計画している。まず100都市の選定をおこない、各都市でスマート化を推進するとしている。

(7) 日本のスマートシティ事例

報告者は、ASTAP会合で2件の国内でのスマートシティユースケースを提案した。1件は、図3-50に示すSmart waste management systemである。本件は、NECが株式会社中商、一般社団法人資源循環ネットワーク、川崎市(人口150万人/2017年)と実証実験をおこなった廃棄物収集の高度化ソリューションである。

(http://jpn.nec.com/press/201610/20161005_02.html)

本システムは、自治体がおこなう産業系廃棄物収集事業において、収集所に廃棄物のボリュームを検知するセンサを設置し、廃棄物が多い収集所のみを巡回するものである。不要な巡回をおこなわないことにより、収集コストが削減できるだけでなくCO2排出量削減効果も期待できる。



図 3-50 川崎市の Smart waste management system (出典：ASTAP-29/TMP-04 (Rev.2))

もう1件の事例は、NECが東京都豊島区(人口29.82万人/2015年)に構築した総合防災システムである(http://jpn.nec.com/press/201503/20150310_01.html)。本件は、NECの「群衆行動解析技術」を用いたソリューションで、監視カメラの映像を解析することで個人を特定することなく群衆全体の動きの変化を推定できる。推定結果から異常事態(混雑や停留)を検知し、災害発生時の帰宅困難者への早期対応や、混雑エリアでの事故防止を実現する(図3-51)。1日に約259万人の利用者を有する池袋駅や幹線道路を抱える豊島区では、東日本大震災発生時に帰宅困難者や駅周辺の混乱など大きな問題が生じた。この経験から、豊島区では災害対策の強化を進めている。

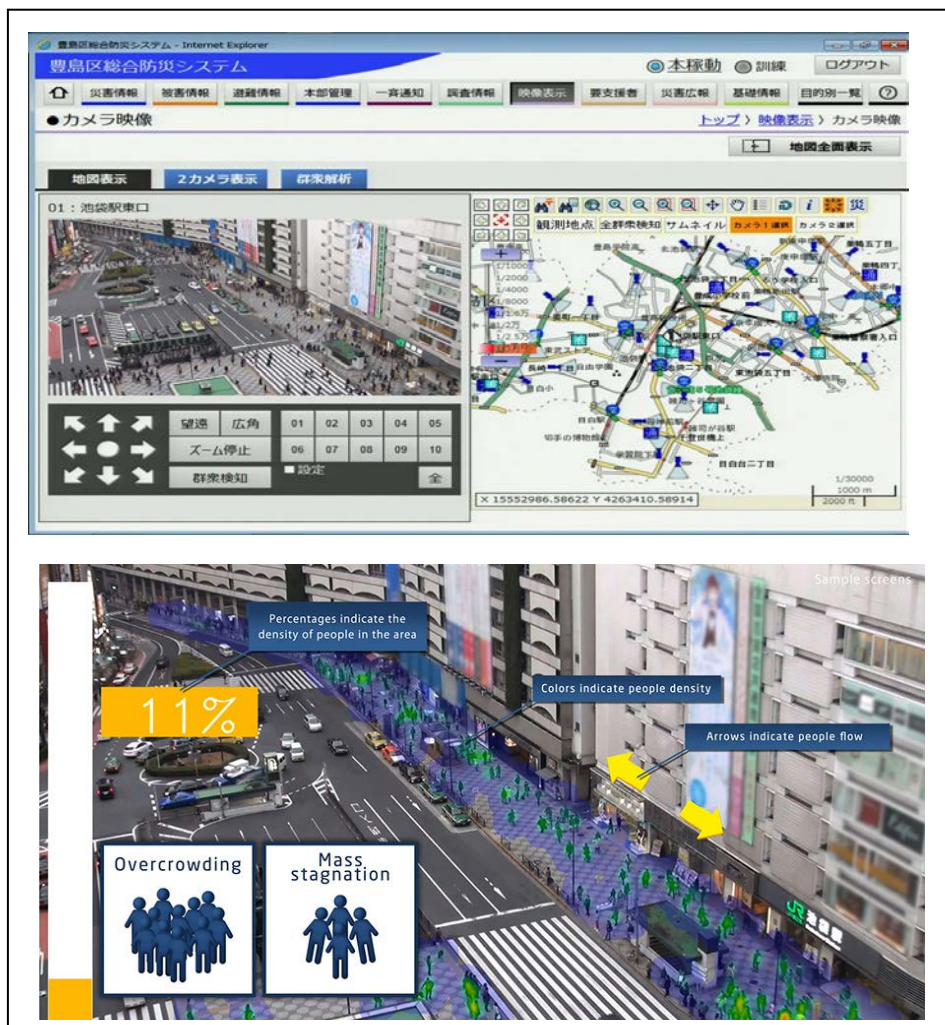


図 3-51 群衆行動解析技術を用いた総合防災システム (出典: ASTAP-29/TMP-04 (Rev.2))

以上のように、ASTAP では7つの国と地域のスマートシティソリューションが紹介されている。一般に、スマートシティソリューションはある都市課題を解決するためのものであるが、ASTAP で紹介された事例を見てみると、各都市が異なる課題を抱えていることがわかる。表 3-11 にその一例を示す。都市の規模や地域性によって多様な都市課題があることがわかる。ICT企業がスマートシティ事業の海外展開を推進するには、アプリケーションや技術ありきではなく、都市課題の見極めとその解決方法の提示が重要になると考える。また、異なる都市・地域であっても同様の都市課題を抱えている場合には、一つのスマートソリューションが複数の都市に適用可能となるので、都市課題を起点とした水平展開を検討することも有効である。

表 3-11 ASTAP で紹介されたスマートシティ事例と都市課題の例

・ 都市	・ スマートシティ事例	・ 都市課題
上海	スマートパーキング	人口、交通量増加による駐車場不足
釜山	同上	同上
台南	洪水対策ソリューション	台風直撃が多い、豪雨被害が多い
Cyberjaya	実証実験環境の提供	都市の発展のための投資呼び込み
シンガポール	公共交通サービス最適化	人口密度の高い都市国家のための高度な交通サービスの提供
豊島区	総合防災システム	震災等の大規模災害への備え

3.7.4 ITU-T SG20 におけるスマートシティ関連議論

ITU-T SG20 では、2015 年 10 月に開催された初回会合以来、スマートシティに関する標準化議論が進められてきた。2018 年 2 月現在で、表 3-12 に記載の 6 件の勧告の作成が完了している。一般的に、その勧告の作成を最初に提案した者が主エディタを担当することになるため、主エディタ国がそれぞれの勧告のテーマに関心が高いものと考えられる。中国はスマートパーキングに関する勧告作成の主エディタを担当した。ASTAP でもスマートパーキングを事例として紹介しており、中国がこの分野に力を入れていることが伺える。韓国は交通関係の勧告の主エディタを担当した。これも ASTAP での事例提案と一致しており、韓国で交通分野のスマート化に高い関心があることが推測される。

表 3-12 ITU-T SG20 で完成されたスマートシティ関連の ITU-T 勧告

勧告番号	・ 勧告のタイトル(和訳)	完成時期	主エディタ国
Y.4805	Identifier service requirements for the interoperability of smart city applications (スマートシティアプリケーションの相互運用性のための識別サービス要求条件)	3/2017	中国
Y.4201	High-level requirements and reference framework of smart city platform (スマートシティプラットフォームのハイレベル要求条件と参照フレームワーク)	8/2017	中国
Y.4200	Requirements for interoperability of smart city platforms (スマートシティプラットフォームの相互運用性要求条件)	8/2017	スペイン
Y.4116	Requirements of transportation safety service including	8/2017	韓国

	use cases and service scenarios (ユースケースとサービスシナリオを含む交通安全サービスの要求条件)		
Y.4119	Requirements and capability framework for IoT-based automotive emergency response system (IoT ベースの自動車緊急応答システムの要求条件とケーパビリティフレームワーク)	1/2018	韓国
Y.4456	Requirements and Functional Architecture for Smart Parking Lot in Smart City (スマートシティにおけるスマートパーキングの要求条件と機能フレームワーク)	1/2018	中国

表 3-13 は、現在作業進行中 (作成中) の勧告案の一覧である。標準化の作業であるので、共通プラットフォームや相互運用性等、アプリケーションに依存しない汎用的な勧告を作成する作業が多い。その一方で、個別のアプリケーションに関する勧告作成の作業もある。これらの主エディタを見てみると、各国のスマートシティに関する関心事が見えてくる。例えば、中国は環境モニタリングに関する要求条件を主導している(Y.SEM)。中国は、PM2.5等の環境汚染物質の問題を抱えていて、環境改善が大きな課題であることが推測される。ロシアは、災害情報の通知 (Y.disaster_notification) や災害発生時の住民の避難 (Y.smart-evacuation)の作業で主エディタを担当している。ロシアは災害対応に関心が高いことが予想される。UAE は、スマートシティの評価に関する作業(Y.SSC-IA)で主エディタを担当している。UAE の主要都市であるドバイは、そのスマートさをアピールすることで多くの投資を集める戦略を推進している。アピールを実現するためのツールとして ITU-T SG20 が作成する勧告を活用したい意向があるものと推測される。

表 3-13 ITU-T SG20 で作業中のスマートシティ関連の ITU-T 勧告案

Work Item	勧告のタイトル(和訳)	完成時期	主エディタ国
Y.Infra	Overview of city infrastructure (都市インフラの概要)	2018Q2	中国
Y.ism-ssc	A Technical Framework of Integrated Sensing & Management for Smart Sustainable Cities (スマートサステナブルシティのための統合センシングと管理の技術フレームワーク)	2018Q4	中国
Y.isw-ssc	The Integrated Sensor Web Resource Metadata for Smart Sustainable Cities (スマートサステナブルシティのための統合センサー	2018Q4	中国

	ウェブリソースメタデータ)		
Y.SC-OpenData	Framework of Open Data in Smart Cities (スマートシティにおけるオープンデータフレームワーク)	2018Q2	中国
Y.IoT-ITS-framework	Framework of Cooperative Intelligent Transport Systems based on the Internet of Things (IoT ベース CITS のフレームワーク)	2018Q4	ロシア
Y.IoT-UAS-Reqts	Use cases, requirements and capabilities of unmanned aircraft systems for Internet of Things (IoT 向け UAS のユースケース、要求条件、ケイパビリティ)	2019Q1	中国
Y.SCC-Reqts	Common requirements and capabilities of smart cities and communities from IoT and ICT perspectives (IoTおよびICTの観点でのSC&Cの共通要求条件とケイパビリティ)	2019 Q4	中国
Y.SCC-Use-Cases	Use Cases of Smart Cities and Communities (スマートシティ&コミュニティのユースケース)	2019Q4	日本(NEC)
Y.SEM	Requirements and capability framework of Smart Environmental Monitoring (スマート環境モニタリングの要求条件と参照アーキテクチャ)	2018Q4	中国
Y.smartport	Requirements of smart management of supply services in smart port (スマート港湾における水・電力等の供給サービスのスマート管理の要求条件)	2018Q4	スペイン
Y.SRC	Requirements for deployment of smart services in rural communities (地方コミュニティにおけるスマートサービス展開の要求条件)	2019Q2	スペイン
Y.SSC-AISE-arc	Reference architecture of artificial intelligence service exposure for smart sustainable cities (スマートサステナブルシティにおけるAIサービス開示の参照アーキテクチャ)	2019Q4	中国
Y.disaster_notification	Framework of the disaster notification of the population in Smart Cities and Communities (スマートシティ&コミュニティ居住者への災害通知	2019 Q2	ロシア

	のフレームワーク)		
Y.smart-evacuation	Framework of Smart Evacuation during emergencies in Smart Cities and Communities (スマートシティ&コミュニティにおける緊急事態発生時のスマートな避難のためのフレームワーク)	2018 Q4	ロシア
Y.SSL	Requirements and Reference Framework for Smart Street Light (スマートな街灯の要求条件と参照フレームワーク)	2018 Q4	中国
Y.STD	Functional Architecture for Management to Smart Tourist Destinations (スマートな旅行先管理のための機能アーキテクチャ)	2018 Q4	スペイン
Y.STIS-fdm	Function description and metadata of Spatio-temporal Information Service for SSC (スマートサステナブルシティのための字空間情報サービスの機能表現とメタデータ)	2018 Q4	中国
Y.TPS-afw	Architectural framework for providing transportation safety service (交通安全サービス提供のためのアーキテクチャフレームワーク)	2018 Q2	韓国
Y.SCC-Terms	Vocabulary for Smart Cities and Communities (スマートシティ&コミュニティの用語定義)	2018 Q2	エジプト
Y.API4IOT	API for IoT Open Data in Smart Cities (スマートシティにおける IoT オープンデータのための API)	2018/2019	スイス
Y.FW.IC.MDSC	Framework of identification and connectivity of Moving Devices in Smart City (スマートシティにおける移動体の識別と接続性のフレームワーク)	2018/2019	ロシア
Y.AFDTS	Assessment Framework for Digital Transformation of Sectors in Smart Cities (スマートシティのセクターレベルでのデジタルトランスフォーメーションの評価フレームワーク)	2019 Q4	中国
Y.ODI	Open Data Indicator in smart cities (スマートシティにおけるオープンデータ指標)	2018 Q4	スペイン
Y.SSC-IA	Smart Sustainable City Impact Assessment (スマートサステナブルシティの影響評価)	2018 Q4	UAE

Y.SSC-MM	Smart Sustainable Cities Maturity Model (スマートサステナブルシティ成熟度モデル)	2018 Q4	中国
----------	--	---------	----

ITU-T SG20 でも、ASTAP と同様に実事例を収集することでグローバルな視点での都市課題把握が可能になると思われる。ASTAP の加盟国ではないアフリカ、中東、南米の都市課題の抽出も、スマートシティ事業の海外展開を推進する上で重要である。ITU-T SG20 では、これらの地域からも参加者を有しており、彼らと直接議論することも有効な方法である。しかしながら、ITU-T SG20 では、ASTAP のようにスマートシティ事例収集のための作業が設置されていなかった。そのため、本調査では ITU-T SG20 の活動の中で実事例の調査分析まではできず、上記の考察はあくまでもエディタ担当国から推測される各国の状況である。グローバルな視点での実事例収集を実現すべく、2018 年 1 月に開催された ITU-T SG20 WP1 会合にて、報告者が表 3-13 に記載の「Y.SCC-Use-Cases: Use Cases of Smart Cities and Communities (スマートシティ&コミュニティのユースケース)」の作業設置を提案した。本提案は承認され、報告者がエディタを担当することになった。

3.7.5 ASTAP、ITU-T SG20 でのスマートシティ標準化に関する今後の展望

ASTAP、ITU-T SG20 でのスマートシティ標準化に関する議論を調査した結果、都市の規模や地域性から、様々な都市課題が存在し、それを解決するためにスマートシティソリューションが開発されてきていることがわかった。ICT 企業がスマートシティ事業の海外展開を推進するには、各地の都市課題の収集、分析が不可欠である。報告者が ITU-T SG20 に設置提案したスマートシティユースケースの作業や会合参加者との議論を通じて、実事例の収集とそこから抽出される都市課題の把握に努め、標準化活動をグローバルな都市課題抽出の場として活用したい。また、一都市での実証実験に終わらない水平展開を推進するために、スマートシティの標準化を活用したい。スマートシティも広義のインフラと考え、その海外展開には(鉄道やエネルギー等の)インフラ輸出と同様、官民をあげた取組みでの国際競争力強化が重要であると考え。

3.7.6 「データ利活用に関する標準化動向調査」

(1) 近年の ITU-T における標準化傾向

ITU-T は通信分野を中心とした国際標準を策定する国連機関で、SG において勧告の策定が行われる。SG の活動を補強するために FG が設置されることがあり、FG は特定分野に絞って迅速 (2 年程の短期) に検討を行い、検討結果を SG ヘレポートする (図 3-52)。

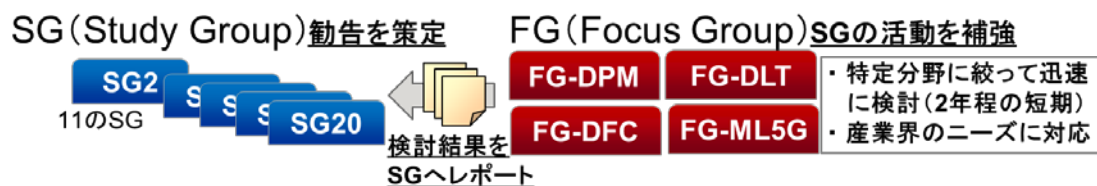


図 3-52 SG と FG の関係図

2017 年は下表 3-14 のように、4 つの FG が設置された。通信の枠にとらわれず、IoT・ビッグデータ・分散台帳・AI など、通信そのものではない関連技術も包含した検討を進めており、国連が掲げる SDGs の実現に向け、世界の要求に合わせて柔軟に取り組む傾向にある。

表 3-14 2017 年に設立された ITU-T の FG

名称	内容	活動開始
FG-DPM	Data Processing and Management to support IoT and Smart Cities & Communities (IoTとスマートシティ・コミュニティをサポートするデータ処理・管理)	2017/3
FG DFC	Digital Currency including Digital Fiat Currency (デジタル法定通貨を含むデジタル通貨)	2017/5
FG DLT	Application of Distributed Ledger Technology (分散台帳技術のアプリケーション)	2017/5
FG-ML5G	Machine Learning for Future Networks including 5G (5Gを含む将来ネットワークのための機械学習)	2017/11

(2) FG-DPM とは

SC&C (Smart Cities & Communities) における IoT および IoT アプリケーションを検討対象としている ITU-T SG20 の 2017 年 3 月の会合において、IoT と SC&C をサポートするデータ処理・管理を検討するフォーカスグループ FG-DPM を設置することが合意された。

このフォーカスグループは、データの相互運用性・分類・フォーマット・セキュリティ等を考慮しながら、データ集約型都市の IoT エコシステムを実現するためのデータ処理・管理について、ブロックチェーンなど最新技術も視野に入れながら検討する。

(3) FG-DPM の活動期間

FG-DPM の活動期間は、2017 年 7 月の初回会合から 1 年程度が想定されていたが、2018 年 2 月時点の進捗状況を鑑みて延期され、「2019 年末頃まで」となる見込みである。

会合スケジュール

- ・ 2017 年 3 月：SG20 にて FG-DPM の設立提案・合意

- ・2017年4月：FG-DPM 設立
- ・2017年7月：第1回 FG-DPM 会合 (ジュネーブ・スイス)
- ・2017年10月：第2回 FG-DPM 会合 (ジュネーブ・スイス)
- ・2018年2月：第3回 FG-DPM 会合 (ブリュセル・ベルギー)
- ・2018年5月：(予定) 第4回 FG-DPM 会合 (カイロ・エジプト)
- ・2018年9月：(予定) 第5回 FG-DPM 会合 (南アフリカ)
- ・2018年12月：(予定) 第6回 FG-DPM 会合 (中国)
- ・2018年末：当初 FG 終了予定時期
- ・2019年末：終了時期を1年延期予定

(4) FG-DPM の体制

2017年7月の第1回会合にて、下記の議長団と5つのWG体制(表3-15)のもと、28の目標成果物(成果物)の作成を目指して活動することが合意された。

FG-DPM 議長団

議長： Gyu Myoung Lee (KAIST, 韓国)

副議長：

Bilel Chabou (チュニジア)

Abdulahadi AbouAlmal (Etisalat, UAE)

Antonio Harris (CABASE, アルゼンチン)

Raphael Rollier (Swisscom, スイス)

Jiayu Bi (China Telecom, 中国)

Robert Lewis-Lettington (UN-HABITAT, 英国)

Dave Faulkner (Climate Associates, 英国)

Martin Brynskov (OASC, デンマーク)

表 3-15 FG-DPM の WG 体制

WG	スコープ	WG 議長 (敬称略)
WG1	Use Cases, Requirements and Applications/Services (DPM のユースケース、要件、アプリケーション/サービス)	Martin Brynskov (Open and Agile Smart Cities Initiative)
WG2	DPM Framework, Architectures and Core Components (DPM のフレームワーク、アーキテクチャと主要構成要素)	Steve Liang (OGC) Hakima Chaouchi (Telecom SudParis)
WG3	Data sharing, Interoperability and Blockchain (データ共有、相互運用性、ブロックチェーン)	Zhang Liangliang (Huawei)
WG4	Security, Privacy and Trust including Governance	Robert Lewis-Lettington

	(セキュリティ、プライバシー、ガバナンスを含む信用性)	(UN-HABITAT)
WG5	Data Economy, commercialization, and monetization (データの経済性、商業化、収益化)	Okan Geray (Smart Dubai) Abdulhadi AbouAlmal(Etisalat)

(5) FG-DPM における検討プロセス

FG-DPM では、まず DPM に関連するユースケースを収集して整理した後、それらユースケースの共通部分や相違する部分を様々な観点から分析・深掘りすることによって、IoT を活用した SC&C における DPM のあるべき姿を特定していく、というプロセスで技術的な詳細要件を検討していく。WG1 の DPM のユースケース(文書番号 D1.1。表 3-16 参照)を中心に、他の WG の検討が進んでいく様子を図 3-53 に示す。

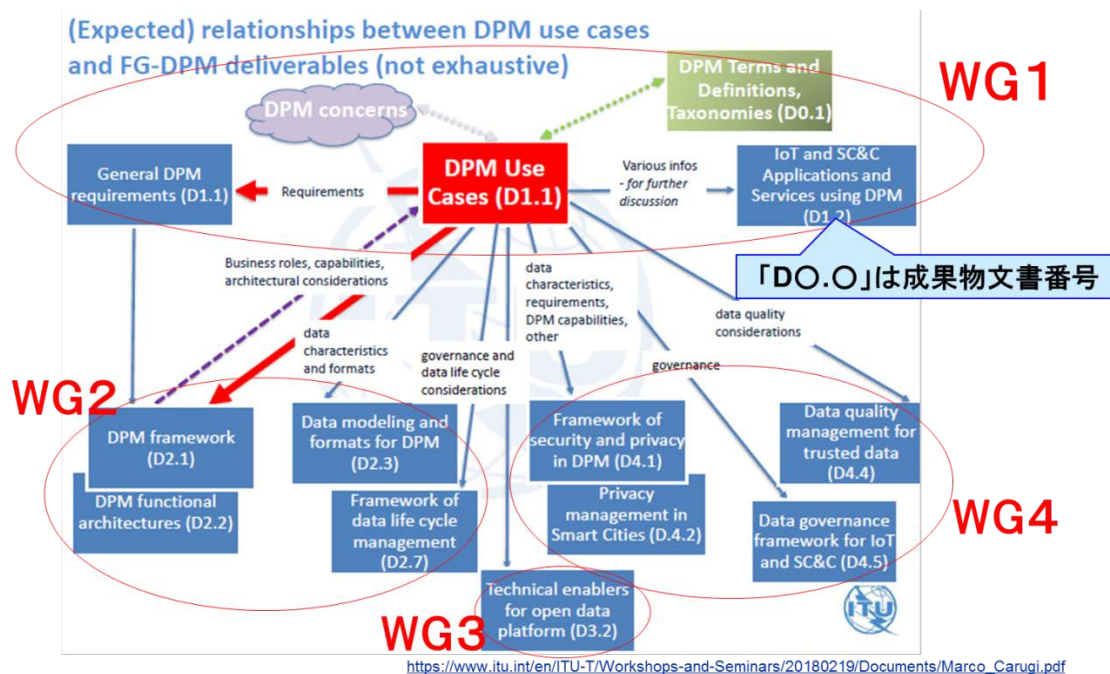


図 3-53 DPM のユースケースと FG の各成果物との関係

(6) FG-DPM 第 2 回会合概要

第 2 回会合は、2017 年 10 月 20 日～25 日にジュネーブで開催された。参加者は、Gyu Myoung Lee (KAIST) 議長をはじめ、リモート参加を含めて 40 名で、欧州 14 名、中国 6 名、韓国 5 名が参加し、それらの地域・国からの寄書提案や発言が多いことが特徴となっている (図 3-54)。

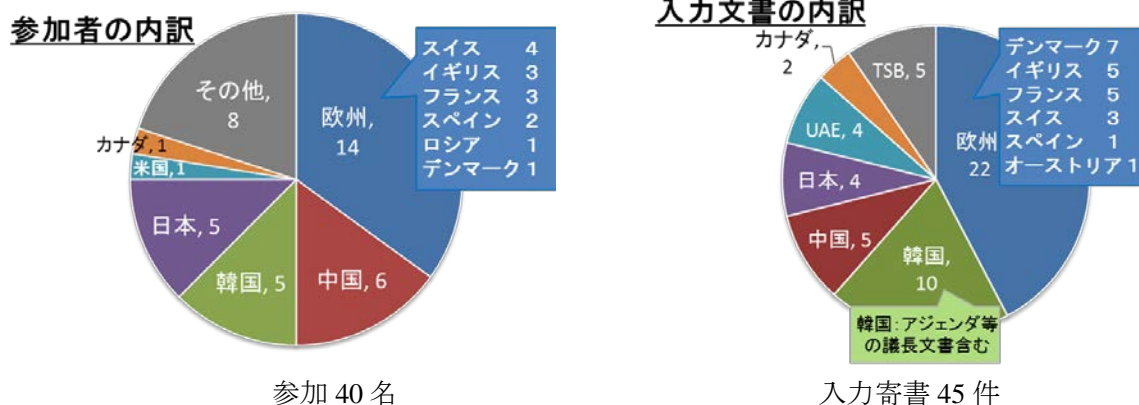


図 3-54 第 2 回 FG-DPM 会合の参加者と入力文書の内訳

今回の会合では、前回の会合で合意された 5 つの WG 体制のもと、各 WG における成果物に向けた寄書提案と審議が進められ、目標とする 28 の成果物文書中、14 文書が進捗した。

主要結果として、第 2 回会合では、欧州勢を中心とする参加者から FG 全体議論ベースとなる DPM ユースケース分析が 4 件提示され、D1.1(表 3-16 参照)ドラフト第 1 版が完成した。

(7) FG-DPM 第 3 回会合概要

第 3 回会合は、2018 年 2 月 19 日～23 日にブラッセルで開催された。前回と大きく変わらず、参加者は Gyu Myoung Lee (KAIST) 議長をはじめ、リモート参加を含め 40 名で、欧州 11 名、韓国 6 名、中国 4 名が参加し、それらの地域・国からの寄書提案や発言が多かった (図 3-55)。

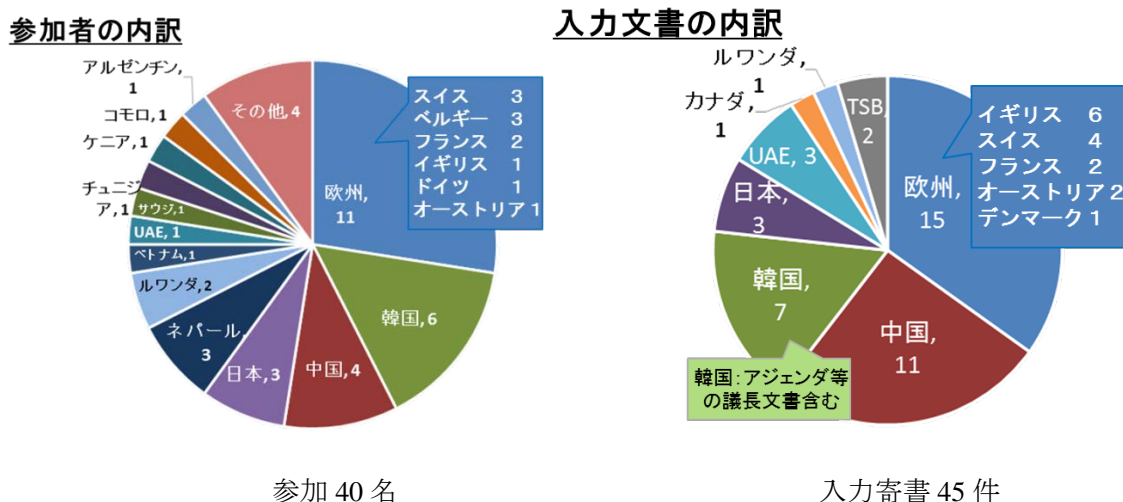


図 3-55 第 3 回 FG-DPM 会合の参加者と入力文書の内訳

主要結果として、欧州勢を中心とする参加者から FG 全体議論のベースとなる DPM ユー

スケース分析が前回分に加え3件提示され、D1.1(表3-16参照)のドラフト第2版が完成した。

(7) 各 WG の検討状況

・WG1 の検討状況

WG1 は「DPM のユースケース、要件、アプリケーション／サービス」を検討対象としており、欧州からのエディタを中心に検討が進められた。WG1 の成果物リストを表3-16に示す。

表 3-16 FG-DPM の成果物 (全体、WG1)

WG	成果物番号	成果物の内容	進捗状況 [関連文書番号]	エディタ所属国 (当初完成期限)
All	D0.1	DPM for IoT and Smart Cities and Communities: Vocabulary (IoT と SC&C のための DPM(語彙))	ドラフト初版が完成した。 [FG-DPM-O-055R1]	中国、スペイン
	D0.2	DPM Standards Roadmap (DPM 標準化ロードマップ)	Pending	韓国 (FG 終了まで)
WG1	D1.1	Use Cases Analysis and General Requirements for DPM (DPM のユースケース分析と一般要件)	ユースケース分析をとりまとめ、ドラフト2版が完成した。[FG-DPM-O-056]	日本、スイス、UK、オーストリア、デンマーク(次版は第4回会合終了まで)
	D1.2	IoT and SC&C Applications and Services using DPM (DPM を使った IoT と SC&C のアプリケーション／サービス)	Pending (Scope を検討中。D1.1 に依存するため、D1.1 を踏まえて検討を進める)	スイス、UK、オーストリア

・WG2 の検討状況

WG2 は「DPM のフレームワーク、アーキテクチャと主要構成要素」を検討対象としている。WG2 の成果物リストを表3-17に示す。

表 3-17 FG-DPM の成果物 (WG2)

WG	成果物番号	成果物の内容	進捗状況 [関連文書番号]	エディタ所属国 (当初完成期限)
WG 2	D2.1	DPM Framework for Data-driven IoT and SC&C (データ駆動型 IoT・SC&C の DPM フレームワーク)	ドラフトを審議し、Scope を更新した。 [FG-DPM-O-045]	スイス、フランス、日本、スペイン、中国
	D2.2	DPM Functional Architectures	未提示	スイス、フランス

		(DPM の機能アーキテクチャ)		
	D2.3	Data Modeling and Formats Specification for DPM (DPM のためのデータモデリングとフォーマット仕様)	(下記 D2.3.1、D2.3.2、D2.3.3 参照)	(下記 D2.3.1、D2.3.2、D2.3.3 参照)
	D2.3.1	Technical Report on data format for IoT and smart city (IoT と SC のデータフォーマットの技術報告)	ドラフトを審議し、Scope を更新した。[FG-DPM-O-044]	韓国 (FG 終了まで)
	D2.3.2	Technical Report on web based Microdata format for IoT and smart city (IoT と SC の Web ベース Microdata フォーマットの技術報告)	第 2 回会合にてドラフトが提示されたが、Scope が変更されたため合意に至らず。 [FG-DPM-O-008]	韓国 (FG 終了まで)
	D2.3.3	Technical Report on metadata format for IoT and smart city (IoT と SC のメタデータフォーマットの技術報告)	第 2 回会合にてドラフトが提示されたが、Scope が変更されたため合意に至らず。 [FG-DPM-O-009]	韓国 (FG 終了まで)
	D2.4	Technical Report on Data Analytics (データアナリティクスの技術報告)	未着手	未定
	D2.5	Technical Report on Data Visualization (データ可視化の技術報告)	未着手	未定
	D2.6	Framework of Meta Data Management (メタデータ管理のフレームワーク)	未着手	スイス
	D2.7	Framework of Data Life Cycle Management (データライフサイクル管理のフレームワーク)	未着手	スイス

・ WG3 の検討状況

WG3 は「データ共有、相互運用性、ブロックチェーン」を検討対象としている。WG3 の成果物リストを表 3-18 に示す。

表 3-18 FG-DPM の成果物 (WG3)

WG	成果物番号	成果物の内容	進捗状況 [関連文書番号]	エディタ所属国 (当初完成期限)
WG3	D3.1	Framework of Open/Private Data (オープンデータ/プライベートデータのフレームワーク)	主なポイントのアウトラインは完成。エディタからの入力待ち。	フランス、スイス、スペイン
	D3.2	Technical Enablers for Open Data Platform (オープンデータプラットフォームの技術的な実現要素)	SensorThings API のドラフトが提示された。 [FG-DPM-O-018]	カナダ (FG 終了まで)

D3.3	Technical Report on Data Interoperability (データ相互運用性の技術報告)	ドラフトを審議し、Scope 等を更新した。 [FG-DPM-O-052]	韓国 (FG 終了まで)
D3.4	Technical Report on Data sets Interoperability (データセット相互運用性の技術報告)	未提示	欧州
D3.5	Overview of IoT and Blockchain (IoT とブロックチェーンの概要)	ドラフトを審議し、記載内容を更新した。 [FG-DPM-O-058]	中国 (2018/夏まで)
D3.6	Blockchain-based Data Exchange and Sharing Technology (ブロックチェーンベースのデータ交換・共有技術)	ドラフトを審議し、記載内容を更新した。 [FG-DPM-O-053]	中国 (FG 終了まで)
D3.7	Using blockchain to improve data management (ブロックチェーンを使ったデータ管理の改善)	ドラフトを審議し、記載内容を更新した。 [FG-DPM-O-054]	中国 (FG 終了まで)

・WG4 の検討状況

WG4 は「セキュリティ、プライバシー、ガバナンスを含む信用性」を検討対象としている。WG4 の成果物リストを表 3-19 に示す。

表 3-19 FG-DPM の成果物 (WG4)

WG	成果物番号	成果物の内容	進捗状況 [関連文書番号]	エディタ所属国 (当初完成期限)
WG4	D4.1	Framework of Security and Privacy in DPM (DPM におけるセキュリティとプライバシーのフレームワーク)	ドラフトを審議し、更新した。[FG-DPM-O-046]	フランス、スイス、イギリス (2018/夏まで)
	D4.2	Privacy Management in Smart Cities (スマートシティにおけるプライバシー管理)	ドラフトを審議し、更新した。[FG-DPM-O-051]	フランス、スイス、イギリス (FG 終了まで)
	D4.3	Technical Enablers for Trusted Data (信用できるデータの技術的な実現要素)	概要のドラフトが提示され、審議した。	中国、スイス (FG 終了まで)
	D4.4	Data Quality Management for Trusted Data (信用できるデータのデータ品質管理)	ドラフトが提示されて審議し、更新した。 [FG-DPM-O-057]	韓国、スイス、中国 (FG 終了まで)
	D4.5	Data Governance Framework for IoT and SC&C (IoT と SC&C のデータガバナンスフレームワーク)	未提示	スイス、中国 (FG 終了まで)
	D4.6	Risk Assessment Framework for DPM in IoT and	ドラフトが提示されて目次	スイス

	SC&C (IoT と SC&C の DPM リスク評価フレームワーク)	を審議し、更新した。 [FG-DPM-O-050]	(FG 終了まで)
--	---	------------------------------	-----------

・ WG5 の検討状況

WG5 は「データの経済性、商業化、収益化」を検討対象としている。WG5 の成果物リストを表 3-20 に示す。

表 3-20 FG-DPM の成果物 (WG5)

WG	成果物番号	成果物の内容	進捗状況 [関連文書番号]	エディタ所属国 (当初完成期限)
WG5	D5.1	Modeling of Data Economy for value creation and Stakeholders identification (価値創出とステークホルダ識別のためのデータ経済性のモデリング)	検討中 [FG-DPM-O-043]	UAE (FG 終了まで)
	D5.2	Business models, commercialization and monetization to support data economy (データの経済性を支えるビジネスモデルと商業化と収益化)	検討中 [FG-DPM-O-043]	UAE (FG 終了まで)
	D5.3	Data economy impact assessment, policy and sustainability implications (データの経済性の影響評価と、政策・持続可能性との関わり)	3Q/2018 開始	UAE (FG 終了まで)
	D5.4	Data economy regulatory framework (データの経済性の規制のフレームワーク)	3Q/2018 開始	UAE (FG 終了まで)

(8) 今後の展望

今回は動向調査を主目的とする初回・2 回目の国際会議参加ということもあり、公式の発言はなく議論の内容を理解するにとどまったが、オフラインでは様々な国々・立場の参加者と議論することができた (立ち話レベルで 20 人ほど。会食しながら深い議論やプライベート含めた会話は 10 人近く)。

特にこの会議の中でキーマンを思われる参加者とは積極的に会食を行い、FG-DPM に関する技術的詳細はもちろん、標準化した後にビジネスを進めようとした場合、実際に障害になりそうな具体的な課題や、その解決策などについて議論した。

そのような場で得た情報や信頼関係・人脈は、今回の請負調査を通じて得られた貴重な

財産だと考えており、今後、国際標準化活動を進めていく上で是非有効に活用していきたい。(このような点も「ロビイング」の重要事項の一つだと考えている)

また、数人の参加者から強く感じたこととして、彼らが「標準化活動のあるべき姿やあるべきプロセス」を信念として明確に持っており、標準化のエキスパートとして、自分の活動を通じて、人々を巻き込みながら世の中を良い方向へ変えていこうという強い思いを持って行動している姿が強烈的な印象として残った。

今後、自分のこれまでの知識(技術や特許)を背景としながら、彼らと同じく標準化エキスパートとなって、国際会議の場でも積極的に発言しながら、自社のみならず日本の産業界に貢献していきたい。

3.8 その他の機関に関する詳細調査の概略 (USB Implementers Forum)

3.8.1 USB Implementers Forum の組織概要

目的	コンピュータ等の情報機器に周辺機器を接続するためのシリアルバス規格の1つである「ユニバーサル・シリアル・バス (Universal Serial Bus)」の仕様の策定を行う団体。 USB規格は、最大転送速度の向上などを求めて規格が拡張されてきた。給電に関してはUSB1.1:2.5W→USB3.0:4.5W→USB BC 7.5Wと拡張している状況である。
主要メンバ	・996社 ・アップル、インテル、マイクロソフト等を中心に6社が主要企業

3.8.2 今回調査テーマに関する標準化活動の状況と展望 (概要)

調査テーマ	今後の標準化の展望
IoT ネットワークにおける電源の安全対策、センサーネットワーク用直流接続部品の標準化動向調査	USB Implementers Forum の規格を説明する“USB developer days”に出席し、次のとおり USB (Universal Serial Bus=コンピュータ等の情報機器に周辺機器を接続するためのシリアルバスの規格) の最新動向について調査 <ul style="list-style-type: none"> - USB Type C (最大 15W の直流給電) の規格高度化と機器間認証の動向 - USB PD (最大 100W の直流給電) のパワールール、Programmable Power Supply (電流、電圧を徐々に変化させる機能)、Fast Role Swap (一つの電力供給源が断した場合に他の供給源から給電する機能) 等 - USB3.2 (伝送速度 20Gbps を目指す) の規格

3.8.3 IoT ネットワークにおける電源の安全対策、センサーネットワーク用直流接続部品に関する標準化活動の状況と展望

(1) USB Implementers Forum と USB 標準の概要

ユニバーサル・シリアル・バス (Universal Serial Bus) はコンピュータ等の情報機器に周辺機器を接続するためのシリアルバス規格の1つであり、現在、NPO である "USB Implementers Forum, Inc." が仕様の策定や管理などを行っている。USB Implementers Forum, Inc.はアップル、ヒューレット・パッカード、インテル、マイクロソフト、ルネサスエレクトロニクス、ST マイクロエレクトロニクスの6社が主導企業であり、合計996社で構成されている。

USB は、ユニバーサル・シリアル・バスの名の示す通り、ホスト機器にさまざまな周辺機器を接続するためのバス規格である。USB 規格は、最大転送速度の向上などを求めて規格が拡張されているが、これらは1.1から3.2まで上位互換であり、機能や性能が下位規格に縛られる事を除けば、下位規格品と上位規格品を接続しても正しく動作する事が求められる (表 3-21 参照)。

表 3-21 USB の比較

USBの比較

規格名	仕様発行日	最大データ転送速度	最大伝送距離	給電能力 (5V)
USB 1.0	1996年1月	12 Mbit/s		--
USB 1.1	1998年9月	12 Mbit/s		--
USB 2.0	2000年4月	480 Mbit/s	5m	500 mA
USB 3.0	2008年11月	5 Gbit/s (Gen 1)	3m	900 mA
USB 3.1	2013年8月	10 Gbit/s (Gen 2)		1000 mA
USB 3.2	2017年9月25日	20 Gbit/s (Gen 2x2)		

給電に関してはUSB1.1において2.5W (5V500mA) の給電が定められており、その後、給電能力はUSB3.0で4.5W (5V900mA) に拡張された。また2007年8月に「USB BC (Battery Charging Specification) 」という規格が定められ7.5W (5V1.5A) の給電が可能になった。この規格の登場にて機種ごとに異なる AC アダプタに別れを告げ、USB による充電への動きが加速された。その後規格は拡張されていき「Rev.1.2」 (2010年12月) では、より精緻に充電に関するルールが定められ、USB による充電の安心感が増した。その後ノート PC やモニターといった数十 W を消費する機器を駆動させるために USB PD が登場することとなる (図 3-56 参照)。



図 3-56 給電可能機器の範囲拡大

(2) USB Type C の動向

USB Type C は、2014年8月に発表されたコネクタ規格で、コネクタはホストとデバイスの両方をつなぎ、あらゆる Type-A と Type-B コネクタとケーブルを将来性のある使い勝手のよい形状、仕様にしたものである。その規格の概要は次のとおり。

- ① ケーブル、コネクタ：使い勝手を考慮
 - ・ 24PIN、小型、堅牢、リバーシブル
 - ・ 薄型機器に適合するデザイン：約8.3mm×約2.5mm開口部
- ② 高速伝送：USB3.1Gen2 10Gbps
- ③ 給電：USB PD (Power Delivery) として最大100W
- ④ 他の規格と共用(Alternate mode)
 - DisplayPort、HDMI、Thunderbolt3 など

今回のフォーラムでの説明では、粗悪品がまだ市場に存在していることから認証が重要であるということ、それから ALLION などの認証機関を利用して、基本的にはロゴを用いることで安全性を担保(ブランド化が重要)するということ。また、最新動向としては、Display や Audio 用、映像出力ということでジャック代替として使用できるところまで検討を進めており、最終的には PC 周りの各機器を AC アダプタ不要で接続するということを目指しているということ。2020 年には 30 億個の市場導入ということで、Type C を世界の標準インタフェースとするという意気込みが感じられた。

(3) USB PD の動向

USB PD(Power Delivery) は、2012年7月に最初のバージョン(USB PD1.0)が発表され、1本のUSBケーブルで100Wまでの電力を供給する仕様が定められた。2014年のType-Cコネクタの登場とともに「USB PD2.0」に改訂され、USB Type-Cの利用が規定されると共に「パワールール」が導入された。さらにこれを発展させた現行規格「USB PD3.0」が2015年に発表された。「USB PD3.0」では、機器間認証など安全面を配慮した仕様が追加されている。PD導入のメリットは、図3-57に示すように、データに加えて電力・映像もUSBでやり取りできるため、配線を簡略化することが可能であること。

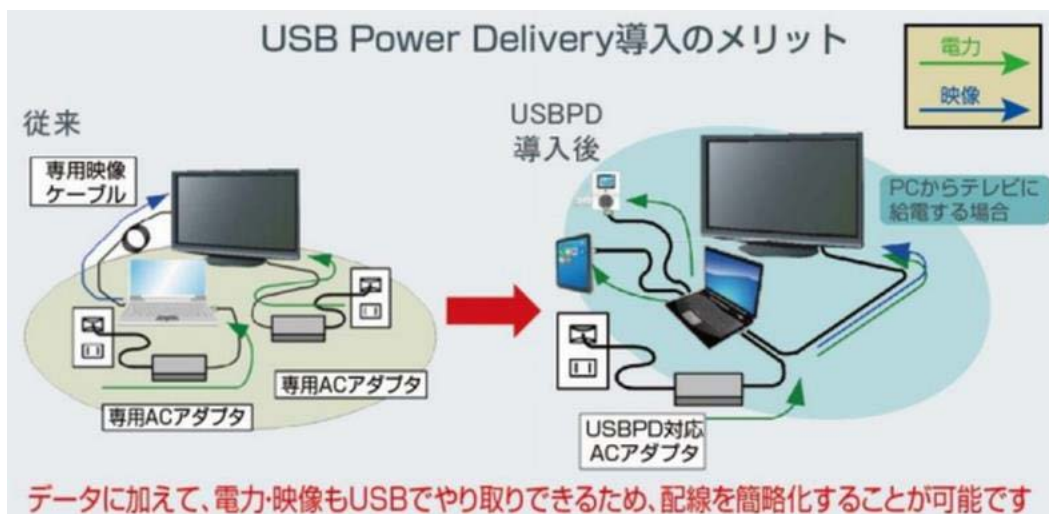


図3-57 USB Power Delivery導入のメリット

以下にUSB PDの主な特徴を以下に示す。

① パワールール

電圧は機器側が必要とする電圧を供給できるという機能で、ソースの電力値 \geq シンクの電力値で必要電圧で動作するようになっている。(図3-58参照)

(単位：A)

PDP (W)	5V	9V	15V	20V
$0.5 \leq x \leq 15$	$x \div 5$			
$15 < x \leq 27$	3	$x \div 9$		
$27 < x \leq 45$	3	3	$x \div 15$	
$45 < x \leq 60$	3	3	3	$x \div 20$
$60 < x \leq 100$	3	3	3	$x \div 20$ (5Aケーブル必要)

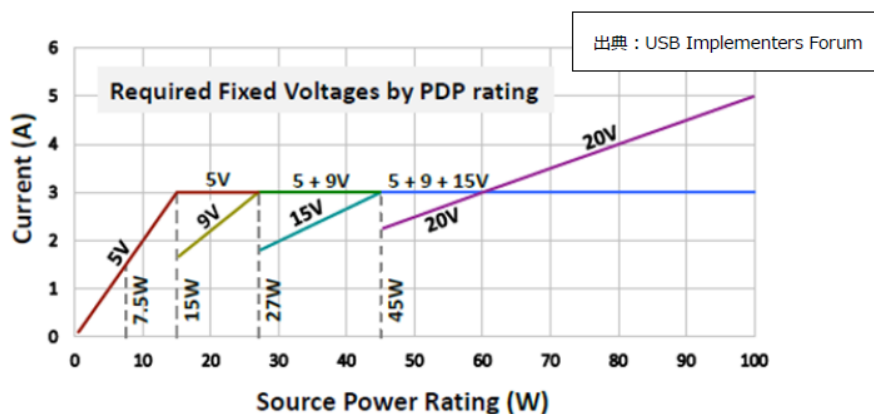


図3-58 USB PDパワールール

② PPS (Programmable Power Supply)

電流電圧を徐々に上げたり、下げたりする機能で活戦挿抜時の熱の発生やアークが生じないように安全面に配慮された設計となっている。

③ Fast Role Swap

複数の機器および電源が接続された状態で、一つの電力供給源の接続が切れた場合に給電の役割を切り替えて他の供給源から給電できる機能。また役割を入れ替えるのは電力だけでなくデータ通信についても可能であり、電力上の役割が入れ替わった場合にもデータ通信的には以前の状態を維持することができる。

④ 機器間認証(USB Type-C Authentication)

- ・ 機器と機器だけではなく、ケーブルも認証し、給電を開始する機能
- ・ ケーブル：アクティブ、パッシブ

⑤ その他IC機能

先に述べたパワールール、PPS、Fast Role Swap、機器間認証も IC によってコントロールされるものであるが、最新規格では過電圧保護、過電流保護、過熱保護が追加されより安全性に配慮された設計となっている。

(4) USB3.2 の動向

USB3.2は、2017年の7月に発表があった規格であり、今回調査したフォーラムで詳細の開示がされた。概略を以下に示す。

① 伝送速度

- 20Gbpsを目指す(マルチレーン技術、USB Type-Cケーブル)
(2018年より導入予定)
- 実際には遅延の影響などで現状では16Gbpsになっている。
- 20Gbpsということで、Thunderboltの伝送速度の仕様と比較するとThunderboltレベル2と同等の仕様となる。

② 機器、ケーブル

- 機器はホスト側・デバイス側の両方がUSB 3.2に対応する必要がある
- 認証済みケーブルはそのまま利用可能

③ 符号化、物理層

従来から変更なし

(5) 今後の展望

USB 規格は、歴史も長くその経緯からくるバリエーションの多さ、仕様複雑化がユーザビリティの低下、安全性の問題を招く恐れがある。また、現規格ではシステム全体においては限定された使用領域になってしまうため、もっと社会として使用される全体のシステムを考えながら、仕様策定を進めるべきと考える。

また、現行規格では直流給電システムなどは考慮されていないため、宅内の家電の接

次に置き換えた時にどこまでの範囲をカバーするのか、規格団体に提言が必要であるとともに規格の動向をウォッチしながら、直流給電システムとしても最適な USB の活用範囲の検討をしていく必要がある。特に、今後の IoT を利用したホームネットワークが発展すると、通信機能を有する家電製品が増加すると想定されるため、より高い給電性能が必要になる可能性がある。USB としてどこまで給電性能を高められるか、もしくはその他給電使用コネクタとの連携が必要か、使用機器の領域の拡大検討も含めて、直流給電システムとして国際標準の中で議論が必要になってくるのではないかと考える。

現在、USB 規格の策定作業は、アップル、インテル、マイクロソフトなどのアメリカ大手メーカーが主導する形になっており、日本メーカーの存在が薄いのが実情である。日本人で規格化活動に取り組む人材も高齢化しているように感じられ、今回の調査のような人材育成も利用しながら、若い人材を育てていかなければならない。また、実証実験等実績面からの活動アピールとして国プロジェクトのスピードアップなども必要ではないかと考える。