

インプレス **Smart**
Grid フォーラム

インプレス
[新産業技術レポートシリーズ]

SAMPLE

M2M/IoTを支える 最新モバイルネットワーク技術 2015-2016

[ビッグデータ/IoTデバイスからSDN/NFV、5G、関連する市場動向]

Advanced Mobile Network Technology for M2M/IoT 2015-2016

大澤 智喜 / 服部 武 /
インプレス SmartGrid ニュースレター 編集部 [著]

SAMPLE

掲載データの取り扱いについて

■CD-ROMの内容

本報告書のCD-ROMには以下のファイルを収録しています。

- M2M/IoTを支える最新モバイルネットワーク技術2015-2016.pdf

本報告書の本文PDFです。

- ReadMe.txt

ファイルのご利用に際しての注意事項を書いたテキストファイルです。ご利用の前にこのファイルをお読みください。

■データの利用にあたって

データの利用に関し、以下の事項を遵守してください。

- (1) 社内文書などに引用する場合、著作権法で認められた引用の範囲内でご利用ください。また、その際、必ず出所を明記してください。

例:「M2M/IoTを支える最新モバイルネットワーク技術2015-2016」(株式会社インプレス発行)

- (2) 雑誌や新聞などの商業出版物に引用される場合は、下記までご一報ください。

株式会社インプレス

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地

電話 03-6837-4631 / FAX 03-6837-4648

im-info@impress.co.jp

- (3) 紙面、データ、その他の態様を問わず、本報告書に掲載したデータを利用して本製品と同一または類似する製品を製作し、頒布することを禁止します。

- (4) 本製品(およびその複製物を含む)を、当社の書面による承諾なしに第三者に譲渡、転売、貸与または利用許諾することを禁止します。

- (5) お客様が法人である場合、その法人内に従事する者のみ使用できます。

※なお、株式会社インプレスは本データの利用により発生したいかなる損害につきましても、一切責任を負いません。

■商標などについて

本報告書に登場する商品名・サービス名は、一般に各社の商標または登録商標です。

本文中は™マークまたは®マークは明記していません。

掲載したURLは2015年9月24日現在のものです。サイトの都合で変更されることがあります。

あらかじめご了承ください。

5年後の2020年に向かって、大きなパラダイムシフトが起こっている。その象徴的な動きが、世界の500億個のもののデバイスがインターネットに接続され活用される時代を迎えつつあることである。このような膨大なデバイスが接続される背景には、例えば、製造業分野におけるドイツのIndustrie 4.0、米国のIIC (Industrial Internet Consortium)、そして日本のIVI (Industrial Value Chain Initiative) などによる第4次産業革命といわれている動きがある。さらにこれに加えて、「エネルギー」「医療」「農業」「住宅」「家電」分野に至るまでM2M/IoTの取り組みが同時進行の広がりを持ち、業界の境界領域を越えてシームレスに展開されている。

このような産業革命を具体化し推進するキーワードとして「M2M」(マシンとマシンのコミュニケーション)や「IoT」(モノのインターネット)が登場し、産業界に急速に普及し始めている。本書はこのような「M2M/IoT時代の幕開け」の動きをとらえ、『M2M/IoTを支える最新モバイルネットワーク技術2015-2016』として発刊する。

この世界的な大波となって注目されている「M2M/IoT」の中心的な動向を見ると、次のように整理できる。

- (1) スマートフォン/タブレット、高性能センサー、ウェアラブルなど M2M/IoT デバイスの小型化、高性能化、低価格化の進行。Facebook、LINE などのソーシャルメディアや利用技術の普及
- (2) モバイルにおける第4世代(4G)に次ぐ第5世代(5G)への展開
- (3) ビッグデータとそのデータ収集・処理・解析システムの進展
- (4) M2M/IoT 関連の各種アライアンスやコンソーシアム、展示会などの活発な動き
- (5) コネクテッドカー、スマートハウス、スマートシティなどの社会的な普及
- (6) M2M/IoT に関する活発な国際標準化の活動とその進展

このような動きをとらえ、本書は次のような構成となっている。

第1章では、M2M/IoTの市場動向とIoTデバイスの最新動向について、MWC2015 (Mobile World Congress、世界最大のモバイル業界の展示会)で公表されたGSMA (GSM協会)のデータを中心に、世界のM2M/IoTとモバイルネットワーク業界の市場動向をとらえる。

第2章では、最近、具体的な成果(製品など)を次々に発表し、意欲的な展開を見せるAllSeenアライアンスを中心にその最新動向を解説する。

第3章では、現在の移動通信システムが第4世代(4G)の普及から第5世代(5G)への開発が具体化しようとしているときに、急増するトラフィックの解決策として、ライセンスバンド(Licensed Band、免許が必要な周波数帯)とアンライセンスバンド(Unlicensed Band、免許不要の周波数帯)の競合と共存が注目されている中で、モバイルオペレータ(モバイル通信事業者)や通信機器ベンダが5G

SAMPLE

へ向けて、どのようにアプローチしているのかを見ていく。

続く第4章と第5章では、2020年の商用化に向けた国際的な5Gへの取り組みを概観する。また第4章で、5Gを実現するための主な5つの技術やNTTドコモが行った各ベンダとの帯伝送実験システムの成果を見たあと、第5章では、MWC 2015（世界最大のモバイル業界の展示会）での取材を中心とした5Gへの道を概観する。ここで各社の5G導入に向けたロードマップや、世界の通信キャリアやベンダの具体的な5Gの実験や取り組みについて整理してみる。

第6章では、M2Mが対象とするビジネス市場や広がりを見せるM2Mソリューションビジネスの世界を見ながら、最近のM2M関連のトピックを整理する。その中で、実用期を迎え国際的に注目されている仮想化技術（SDN/NFV）に関する最新動向についても紹介する。

第7章は、M2Mのコアネットワーク（基幹網）として、標準化が活発化してきたETSIにおけるNFVの標準化（例：vEPCなど）や、ONFにおけるSDNの標準化（例：ONFのOpenFlowなど）の動向を解説したあと、「M2Mプラットフォーム」標準化の取り組みとして、コアネットワーク（基幹網）、アクセスネットワークの標準化動向を中心に解説していく。

2020年には44,000エクサバイト（EB：Exa Byte）にまで急増すると予測されている世界のデータ量（ビッグデータ）を前に、クラウド技術を前提にしたビッグデータ解析による新ビジネスの創出が話題になっている。第8章では、ビッグデータビジネスへの参入企業の共通項を分析しながら、MWC2015出展企業を中心に各社の戦略も交えて紹介していく。

第9章では、欧州発のスマートハウス／スマートビルの中核技術「KNX」による「KNXシティ構想」が国際的スケールで導入・普及フェーズを迎えているところから、KNXシティを中心に紹介する。KNXシティは、KNX協会が、持続可能な都市を形成するために、いかにして全体的な解決策を打ち出すことができるか、また、そのためには建物とどう対話すべきかを示したものである。

市場調査によれば、世界のIoT市場規模は2020年に向けて280兆円、日本国内のIoT市場は2019年には16兆4,221億円になると予測されているが、本書で2020年までの技術・市場動向をキャッチアップし、M2M/IoTビジネス成功の一助にいただければ幸いである。

最後になるが、本書の発行に際して、取材や資料の提供でご協力いただいた多くの方々、また、多忙な中にもかかわらず時間を割いて執筆していただいた大澤 智喜 氏、服部 武 氏に、厚く御礼申し上げます。

2015年9月

インプレス SmartGrid ニューズレター編集部

目次

SAMPLE

M2M/IoTを支える最新モバイルネットワーク技術 2015-2016

はじめに	3
第1章 M2M/IoTの市場動向と最新IoTデバイスの動向	19
1.1 世界のM2M/IoT市場動向.....	21
1.1.1 M2M/IoT市場動向の概要	21
〔1〕 M2MとIoTの整理.....	21
〔2〕 世界のIoTの市場規模は280兆円へ	22
〔3〕 IoT時代に活躍するエッジデバイス.....	23
〔4〕 日本国内のIoTの市場規模：2019年に16兆4,221億円へ.....	24
〔5〕 国内IoTデバイスの出荷額は2019年には12兆円を超える！	25
〔6〕 国内IoTデバイスの稼働台数：2019年には9億5,600万台へ.....	25
1.1.2 データからみる世界のM2M/IoT市場動向.....	26
1.1.3 M2M/IoT市場におけるデバイス市場の動向	33
1.2 世界のモバイルネットワーク市場の最新動向.....	34
1.2.1 世界のモバイルネットワークの利用状況.....	34
1.2.2 3G、4Gネットワークの動向	37
1.2.3 デバイスの利用動向.....	42
1.2.4 MVNOの動向.....	43
1.3 ウェアラブル端末の最新動向.....	44
1.3.1 ヘッドマウントディスプレイ.....	45
〔1〕 富士通の 「FUJITSU IoT Solution UBIQUITOUSWARE ヘッドマウントディスプレイ」	45
〔2〕 ソニーの「SmartEyeglass」	46
〔3〕 エプソンの「MOVERIO BT-200AV/BT-200」	48
〔4〕 ブラザー工業の「AiRScouter WD-200A/WD-250A」	50
〔5〕 ウェストユニティスの「InfoLinker」	52
1.3.2 スマートウォッチ	53
〔1〕 Appleの「Apple Watch」	53
〔2〕 ファーウェイのスマートウォッチ「Huawei Watch」	54
〔3〕 LGのスマートウォッチ「LG Watch Urbane」	55
〔4〕 サムスンのスマートウォッチ「Gear S」	56
〔5〕 ソニーモバイルコミュニケーションズのスマートウォッチ「3 SWR50」	59

SAMPLE

1.4	スマートフォン／タブレットの最新動向	60
1.4.1	ZTEの「ZTE Blade S6」	60
1.4.2	ファーウェイの「Media Pad X2」	62
1.4.3	サムスンの「Galaxy S6 edge」	63
1.4.4	ソニーの「Xperia Z4 Tablet」	66
1.4.5	シャープの「AQUOS Xx」	67
1.4.6	Appleの「iPhone 6S」	69
1.5	ネットワーク家電機器（IoT）の最新動向	71
1.5.1	エリクソンの「Connected Vehicle Cloud」	72
1.5.2	P&Gの電動歯ブラシ「Oral-B SmartSeries」	72
1.5.3	ジャスパーの「Jasper Control Center」	73
第2章	最新アライアンス動向：AllSeenアライアンス	
	— Windows 10に標準装備されたAllJoynで家電機器も制御へ —	75
2.1	M2M/IoTの各種アライアンスの登場	77
2.2	AllSeenアライアンスのプロフィール	78
2.3	AllSeenアライアンスがめざすソリューション	80
2.3.1	現在のIoTの課題を解決するプロジェクト	80
2.4	AllSeen Allianceのプロフィールと組織構成	82
2.5	特徴的な各ワーキンググループ／プロジェクト	84
2.5.1	HAE（Home Appliances & Entertainment）プロジェクト	84
2.5.2	DSB（Device System Bridge）プロジェクト	85
2.5.3	共通フレームワークWG内のロケーションサービスプロジェクト	86
	〔1〕 デバイスの位置をトリガーにしたアプリケーション	86
	〔2〕 ジオフェンス（Geofence）をトリガーにしたアプリケーション	87
	〔3〕 デバイスのプレゼンスをトリガーにしたアプリケーション	87
2.6	AllJoynソフトウェアのフレームワークの構成	88
2.6.1	3つのレイヤで構成	88
2.6.2	コアライブラリという機能	89
2.6.3	サービスフレームワークという機能	89
2.6.4	特定の物理層やOSに依存しないAllJoyn	90
2.7	AllJoynサービスフレームワークの2つのバージョン：標準版と簡易版	90
	〔1〕 Standardアプリケーション	90
	〔2〕 Thinアプリケーション	91
2.8	「プロキシマルネットワーク」とAllJoyn対応デバイス	92
2.8.1	プロキシマルネットワークの構成例	92
2.8.2	AllJoynゲートウェイ：外出先からの制御も可能	93

2.8.3	他の M2M/IoT への取組みと AllJoyn の取組みの違い	93
2.9	AllSeen アライアンスにおける製品の認証 AllSeen Certified	94
2.9.1	2つのフェーズをもつ認証制度	94
	〔1〕 フェーズ1: 'Designed for AllSeen'	95
	〔2〕 フェーズ2: 'AllSeen Certified'	98
2.9.2	認証制度はビジネスに応じて柔軟に対応	98
2.9.3	Windows 10 にデフォルトで AllJoyn を搭載	99
2.10	AllJoyn の基本的なセキュリティ対策	100
2.11	AllJoyn におけるプラットフォームとバージョン	102
2.12	ゲートウェイ (ゲートウェイエージェント) とクラウドサービスの連携	104
	2.12.1 家庭内の各デバイスを制御	104
	2.12.2 いろいろなインタフェース: 現在は XMPP をサポート	106
2.13	クアルコムの AllJoyn に関する取組みと製品	108
2.14	AllPlay 対応の具体的製品例	109
2.15	日本でも AllPlay 対応のオーディオシステム/スピーカーなどが登場	112
	2.15.1 パナソニックが AllPlay 対応製品を次々に投入	112
	2.15.2 LIFX (ライフィクス) 社の AllJoyn 対応の LED 電球	116
	2.15.3 中国のハイアールは AllJoyn 対応の「スマートオープン」を	117
2.16	「AllJoyn」対応の2つの新チップが登場	117
2.17	今後の展望: どのようなビジネスモデルが登場するのか	118
第3章 ライセンスバンドとアンライセンスバンドの競合と共存時代		121
3.1	LTE と Wi-Fi オフロード (4G 時代の共存)	123
3.2	クアルコムの 4.5G 時代の戦略	125
	3.2.1 モバイル業界の技術の変遷と将来	125
	3.2.2 クアルコム第 4.5 世代 (4.5G) に関する方向性を打ち出す!	126
3.3	LTE の強化: 最大 600Mbps の LTE を発表	128
	3.3.1 LTE 市場における製品の強化: 受信速度最大 600Mbps	128
	3.3.2 LTE モデムのラインアップ	129
	3.3.3 MDM9000 シリーズ	130
	3.3.4 幅広い用途に対応するプロセッサ群	130
3.4	ライセンスバンドとアンライセンスの共存	131
	3.4.1 キャリアアグリゲーションとリンクアグリゲーション	131
	3.4.2 キャリアアグリゲーションとリンクアグリゲーションの特徴	132
	〔1〕 キャリアアグリゲーションの特徴	133
	〔2〕 リンクアグリゲーションの特徴	133
	3.4.3 LTE と Wi-Fi を用いたリンクアグリゲーションの利点	135

SAMPLE

3.4.4	LTE と Wi-Fi を用いたリンクアグリゲーションの仕組み	36
3.4.5	アグリゲーションを実現するための端末の仕様の見直し	37
3.5	共存に向けた LTE と Wi-Fi 機能の強化	39
3.5.1	LTE Direct という機能	139
3.5.2	LTE Direct のメリット	141
3.5.3	エリクソンは METIS をベースに	141
3.5.4	IEEE 802.11ai (高速接続・認証規格) もファイナルドラフトへ	142
3.5.5	IEEE 802.11ai ベースのローミングのデモ	144
3.6	5GHz 帯のアンライセンス LTE と Wi-Fi	145
3.6.1	LAA (LTE-U) の実測結果	146
3.6.2	共存に対処するために「CSAT」を提案	147
3.6.3	アンライセンスバンドにおける LTE と Wi-Fi の共存	149
3.6.4	Wi-Fi アライアンスの LAA (LTE-U) に対する見解	149
3.7	第 5 世代 (5G) 時代の競合と共存	150
3.7.1	NTT ドコモの興味深いプレゼンテーション	150
3.7.2	すべては第 6 世代 (6G) までに統合されるというロードマップ	151
3.7.3	統合とは真逆の「発散してしまうこと」への懸念	152
第 4 章	活発化する 5G (第 5 世代移動通信システム) の実現に向けた技術開発と国際標準化動向	155
4.1	活発化する第 5 世代 (5G: Fifth Generation) への取り組み	157
4.2	5G Tokyo Bay Summit の具体的な内容	158
4.2.1	NTT ドコモによる 5G の研究とベンダ各社との 5G 実験協力内容	158
4.2.2	5G Tokyo Bay Summit のプログラム内容とベンダの 5G 実験協力	159
4.2.3	さらに 5G の実験を拡大	164
4.3	移動通信システムの発展史: 第 1 世代 (1G) ~ 第 5 世代 (5G)	166
4.3.1	10 年ごとに世代交代する移動通信の世界	166
4.3.2	市場ニーズと移動通信システムの進化	169
4.4	4G の現状から 5G への進化	170
4.4.1	3 つの多元接続方式の規定	170
4.5	4G (IMT-Advanced) から 5G (IMT-2020) へ	171
4.5.1	4G の動向と実現技術の概要	171
4.5.2	5G の標準化を推進する 3GPP: インドも正式に参加	173
4.6	日本で商用サービスが開始された 4G (IMT-Advanced)	175
4.6.1	NTT ドコモの LTE-Advanced: 「PREMIUM 4G サービス」	175
4.6.2	PREMIUM 4G 対応のルータとスマートフォン	177
4.6.3	UQ コミュニケーションズ: 4G 「WiMAX 2+」	178

SAMPLE

4.7	5Gに関する研究開発の必要性および背景	80
4.7.1	拡大するM2M/IoT 端末とリッチコンテンツの利用	80
4.7.2	5Gに求められる「要求条件」(性能目標)	81
4.8	LTEおよびLTE-Advancedの発展と5G	183
4.9	5Gを実現するための主な5つの技術	184
4.9.1	ファントムセル(高度C-RAN)	185
4.9.2	フレキシブルデュプレックス	186
4.9.3	高周波数帯への無線パラメータや信号波形の最適化	186
4.9.4	大規模MIMO	187
4.9.5	NOMA(非直交多元接続)	187
4.10	各通信機器ベンダとの5G伝送実験システムの成果例	188
4.10.1	NTTドコモとエリクソン、ノキアネットワークスの共同実験と成果: 15GHz帯で5Gbps、70GHz帯で2Gbpsの超高速通信に成功	188
4.10.2	エリクソンとの伝送実験	189
4.10.3	ノキアネットワークスとの伝送実験	190
4.11	5G Tokyo Bay Summit 2015で公開された5G実験システム	192
第5章	第5世代(5G)への道	195
5.1	日本の5Gを推進する5GMFと世界の動向	197
5.1.1	日本の第5世代モバイル推進フォーラム(5GMF)の5Gの取り組み	197
5.1.2	世界各地の5G推進団体	199
5.2	国際的に大きな流れとなった第5世代(5G)への道	201
5.2.1	4Gから5Gへのダイナミックな展開	202
5.2.2	要求条件(性能仕様):具体化する5Gの目標値の議論	203
5.3	5Gのパネルディスカッションから見る5Gへの道	204
5.3.1	エリクソン:5Gの実験で5Gbpsを実現	205
[1]	5G実験で下り最大5Gbpsを実現	205
[2]	「スライス」型のネットワークでセキュアに運用	205
5.3.2	ファーウェイ:5Gの強いリーダーシップを目指して精力的に投資	206
5.3.3	NTTドコモ:内外13社パートナーと共同実験	206
5.4	5Gの要求条件に関連する展示デモ内容	207
5.4.1	エリクソン:One Networkのコンセプトを提唱	207
5.5	M2M分野で、2020年でも2Gが44%を占める	208
5.6	5G時代における全体的なシステムの統合と将来を見据えた拡散	210
5.6.1	ファーウェイ:5Gで全体を統合	210
[1]	世界統合標準に向けた5Gの通信技術	210
[2]	すべての周波数帯域の統合を想定	211

SAMPLE

5.6.2	NTT ドコモ：5G に向けた歓迎すべき発散.....	212
5.6.3	エリクソン：5G 無線の周波数は「6GHz 帯未満（6GHz 帯以上）」.....	213
5.6.4	ノキア（Nokia）：5G にとって重要な 60GHz 帯以上の領域.....	214
5.7	5G 導入に向けた各社のロードマップ.....	215
5.7.1	エリクソン：5G に向けた 3 フェーズの無線テストベッド.....	215
	[1] エリクソンのロードマップ.....	215
	[2] エリクソンの 5G のテストベッド.....	216
5.7.2	NTT ドコモの 2020 年の 5G 導入に向けてのアプローチ.....	217
5.8	5G の要求条件と市場ニーズへの適応力.....	218
5.8.1	5G の各社の要求条件と戦略.....	218
5.8.2	エリクソンの考える 5G に対する要求条件.....	219
5.8.3	ノキアネットワークスの考える 5G に対する要求条件.....	220
5.8.4	ファーウェイの考える 5G に対する要求条件.....	221
5.8.5	NTT ドコモの考える 5G に対する要求条件.....	222
5.9	世界の通信キャリアやベンダの具体的な 5G の実験と取り組み.....	223
5.9.1	エリクソン：5Gbps レベルのスループットを達成.....	223
5.9.2	2G/3G/4G のパレートの法則と 5G のロングテール.....	225
5.9.3	KT：2018 年平昌冬季オリンピックで世界初の 5G をスタート.....	226
5.10	KT、ノキア、チャイナ・モバイルの 5 世代（5G）への戦略.....	226
5.10.1	KT の LTE-B（5G プレステージ）.....	226
5.10.2	ノキア：プログラマブルなネットワーク技術の提供.....	227
5.10.3	チャイナ・モバイル：5G に 3D-MIMO を推進.....	227
	[1] 4G の 4~6 倍のスループットを計測.....	227
	[2] 3D-MIMO（3 次元 MIMO）を導入するロードマップ.....	228
5.11	標準化を推進する業界団体「NGMN アライアンス」の役割.....	229
5.11.1	NGMN アライアンスの「5G ビジョンとロードマップ」.....	229
5.11.2	MGMN アライアンスの「5G のホワイトペーパー」.....	232
5.12	3GPP の 5G への取り組み：2015 年末から開始.....	233
5.13	第 5 世代（5G）が提供するサービスの具体的なイメージ.....	233
第 6 章	M2M/IoT のグローバル展開と M2M プラットフォーム・NFV/SDN の最新動向.....	235
6.1	M2M/IoT が関係する技術分野（通信プロトコル）と実現のアプローチ.....	237
6.2	M2M/IoT システムのレイヤ構成.....	238
	[1] アプリケーション.....	238
	[2] ネットワーク.....	238
	[3] アクセス網.....	238
	[4] セキュリティ技術や認証技術.....	238

SAMPLE

[5] 接続される各種のデバイス/eSIM	38
[6] M2Mのオブジェクト (具体的な機器)	40
6.3 急浮上するSDN/NFVへの取り組み	41
6.3.1 SDNとNFV	242
6.3.2 NFVとSDNについての違い	244
6.3.3 EPCにNFV/SDNを適用して経済化	248
6.3.4 SDNの仕組み	248
6.3.5 NFVの仕組み	249
6.3.6 新しいネットワーク仮想化技術時代の到来	251
6.4 各ベンダ/キャリアのSDN/NFVの取り組み	251
6.5 高まるM2Mの実現に向けたモバイルSDNへの期待	252
6.6 相次いで登場する多彩な「M2Mプラットフォーム」	253
6.6.1 NTTドコモのM2M	254
[1] 業界に先駆けてeSIM (組込み型SIM) の提供を開始	254
[2] NTTドコモのM2Mクラウドプラットフォーム「Toami」	254
[3] 海外オペレータ6社とM2Mサービスをグローバルに展開	255
6.6.2 KDDIのM2M	255
[1] 国内M2Mソリューション	255
[2] グローバルM2Mソリューション	256
[3] KDDIのM2Mクラウドサービス	256
[4] KDDIのグローバルM2Mプラットフォーム	257
6.6.3 ソフトバンクのM2M	257
[1] ソフトバンク M2Mソリューション プログラム (SMSP)	257
[2] 「SMSP」の主なサービス	258
6.6.4 UQコミュニケーションズのM2M	259
[1] WiMAXによるM2Mパートナーズプログラム	259
[2] M2Mパートナーズプログラムの内容	259
[3] 具体例: アミューズメント施設向けM2Mシステム	260
6.6.5 IIJ: 「IIJ GIO M2Mプラットフォーム」	261
6.7 SDNとNFVによる新世代のプラットフォーム	262
6.7.1 ダイナミックに展開するSDN/NFV	262
[1] 実用期を迎えたSDN/NFVベースのネットワーク	262
[2] ネットワーク仮想化と「SDN」「OpenFlow」「NFV」	263
6.7.2 ヒューレット・パッカード (HP) のOpen NFVリファレンス・アーキテクチャ	265
[1] OPNFVの発足	265
[2] HPのOpen NFVリファレンス・アーキテクチャ	267

SAMPLE

6.7.3	ウインドリバー (Wind River) のNFV と T-Mobile Cloud	269
6.7.4	レッドハット (Red Hat) のNFV/SDN エコシステム	272
6.7.5	シスコシステムズ (Cisco Systems) の仮想 HetNet ソリューション	273
	〔1〕 シスコ：次の1年の間に90個までの機能が仮想化を実現	274
	〔2〕 シスコの HetNet による MVMT アーキテクチャ	275
6.7.6	IBM はオーケストレーション機能をクラウドベースで提供	276
	〔1〕 クラウドベースで提供するシナリオ	276
6.7.7	インテル (Intel) のNFV 協業体制	277
6.7.8	デル (DELL) のNFV ソリューション	278
6.7.9	エリクソン (Ericsson) のNFV 基盤「Hyperscale Cloud」	279
6.7.10	NEC のSDN/NFV への移行ステップ	280
	〔1〕 SDN/NFV の移行へのステップ	281
	〔2〕 NEC のSDN/NFV へのトータル・ビジョン	282
6.7.11	NTT ドコモのNFV とエラスティック・コアアーキテクチャ	282
	〔1〕 NFV による仮想化の4つのメリット	284
	〔2〕 柔軟なコアネットワークを実現する「エラスティック・コアアーキテクチャ」	284
6.7.12	テレフォニカ (Telefonica) はクラウドへの移行を目指して	288
6.7.13	チャイナモバイル (China Mobile) のNFV 「NovoNet」	291
第7章	ETSI, ONF, oneM2M, 3GPP, IEEE における標準化動向	
	=NFV から SDN、M2M、MTC、IEEE P2413 /802.15.4g/11ah/BLE4.2 まで=	293
7.1	ETSI におけるNFV の標準化と ONF におけるSDN の標準化	296
7.1.1	ETSI NFV ISG	296
7.1.2	SDN (Software Defined Network)	298
	〔1〕 ONF で OpenFlow 等の標準化を推進	298
	〔2〕 OpenFlow : OpenFlow スイッチ仕様 1.3.4 が完成へ	299
7.1.3	NFV のアーキテクチャ	300
7.2	NFV 管理とオーケストレーション	301
7.3	M2M/IoT へのアプローチ：大きく2つのアプローチ	302
7.3.1	帰納的アプローチ	302
7.3.2	演繹的アプローチ	302
7.4	M2M のビジネスモデル：バーティカル方式かホリゾンタル方式か	303
7.5	ポイントとなるモバイルM2MにおけるeSIM	305
7.5.1	eSIM : GSMA で標準仕様を策定	305
7.5.2	eSIM でリーダーシップを発揮したエリクソン	305
7.5.3	各業界から期待されるeSIM	308

7.6	各標準化団体における「M2Mプラットフォーム」標準化の取り組み	08
7.6.1	ETSI TC M2M と「oneM2M」の取り組み	08
7.6.2	oneM2M の取り組み	09
7.6.3	日本の TTC/ARIB	309
7.6.4	米国の TIA	309
7.6.5	3GPP：モバイルに関する国際標準化組織	309
7.6.6	ITU-T：ITU の電気通信標準化部門	310
7.7	欧州組織「ETSI」における M2M 標準化の活動	310
7.7.1	ETSI における M2M アーキテクチャの構成	311
7.7.2	インタフェース	312
7.7.3	レストフル (RESTful) なアーキテクチャを採用	312
7.7.4	リリース 1 仕様からリリース 2 仕様の策定へ	314
7.8	国際組織「oneM2M」における標準化の活動	315
7.8.1	国際標準組織「oneM2M」の組織構成	317
7.8.2	oneM2M で策定された技術仕様書および技術報告書	318
7.8.3	oneM2M におけるアーキテクチャ	320
7.9	国際組織「ITU-T」における IoT/M2M 標準化の活動	321
7.10	国際組織「3GPP」における M2M 標準化の活動	323
7.10.1	当面は LTE に対応した標準	323
7.10.2	3GPP における MTC (M2M) の標準化	324
7.10.3	MTC ではローモビリティを重視	324
7.10.4	MTC (M2M) デバイスの通信シナリオ	324
7.10.5	USIM (eSIM) の信号によって判定	325
7.10.6	MTC のエンドツーエンドのセキュリティ	326
7.10.7	MTC 通信の身近な例：マンションのセキュリティからメータリングまで	327
7.10.8	NTT ドコモが M2M 機器向け eSIM の提供を開始へ	327
7.11	国際組織「3GPP」における MTC デバイスの標準化	329
7.11.1	低価格 MTC デバイス (移動機) の標準化	329
7.11.2	簡易 LTE の 4 つのカテゴリ	330
7.11.3	MTC アプリケーションの 3 つのモデル	330
7.11.4	MTC におけるプロトコルスタック	332
7.12	M2M/IoT を支えるアクセスネットワーク	
	＝ZigBee, Wi-SUN, 802.11ah, Bluetooth, Z-Wave＝	334
7.12.1	IEEE における M2M/IoT 関係の通信プロトコルの標準化動向	334
7.12.2	IoT 規格の標準策定に向けて「IEEE P2413」がスタート	336
	[1] IoT に関するアーキテクチャ/フレームワーク標準の策定	336

SAMPLE

SAMPLE

[2] IoT のアーキテクチャ/フレームワーク	337
[3] “モノ” (Things) の定義	338
[4] “モノ” (Things) の抽象レベル	339
7.12.3 IEEE 802.15.4WG ワーキンググループ (WPAN) における標準化の進展	340
7.13 IEEE 802.15.4WG 標準①: IP 対応の「ZigBee IP」(ZIP) を開発	340
7.13.1 IP 対応の「ZigBee IP」(ZIP)	340
7.13.2 ZigBee/ZigBeeIP 上で動作する SEP1.x と SEP 2.	342
7.13.3 SEP の機能	342
7.14 IEEE 802.15.4WG 標準②: IoT 時代の Bluetooth が登場	343
7.14.1 センサーネットワークや M2M 分野に対応	343
7.14.2 新世代の Bluetooth: 大幅に省電力化と高速化	344
7.14.3 IoT/IoE 時代を加速させる Bluetooth 4.2.	345
7.14.4 アップルの iBeacon: BLE 技術を使用して O2O など活躍	346
7.15 IEEE 802.15.4WG 標準③:	
スマートメーター標準として「Wi-SUN」(IEEE 802.15.4g) 規格	348
7.15.1 M2M 分野への用途を拡大する Wi-SUN.	348
[1] Wi-SUN のプロトコル構成	349
[2] Wi-SUN 規格が東京電力のスマートメーターに採用へ	350
7.16 IEEE 802.11ah は IoT/M2M を目指す Wi-Fi グループ	351
7.16.1 IEEE 802.11ah の標準化を目指して「TGah」を設立	351
7.16.2 IEEE 802.11ah の標準化状況	352
[1] 標準化の時間軸およびスケジュール	352
[2] IEEE 802.11ah で対象となる周波数帯域	353
7.16.3 IEEE 802.11ah の機能と一般 Wi-Fi との違い	354
7.16.4 IEEE 802.11ah で想定されているアプリケーションの例	355
7.16.5 920MHz 帯対応の Z-Wave が登場 (日本の場合)	357
7.16.6 Z-Wave の製品事例: ミツミ電機	357
[1] 920MHz (日本) の特定小電力無線に対応し、伝送速度 100kbps のモジュール	357
[2] 最大 160m まで通信可能	358
[3] Z-Wave のプロトコル構成	358
7.17 日本における 920MHz 帯と電波法との関係	359
7.17.1 920MHz 帯のパッシブ型無線とアクティブ型無線	360
7.17.2 世界各国の RFID 等の 920MHz 帯の割当	362
7.18 M2M の展開と電波利用料の課題	363
7.18.1 技術基準の認証の課題	363
7.18.2 電波利用料の課題	364

第8章	ビッグデータ/クラウドとそのデータ収集・処理・解析システム =ビッグデータ：2020年には44,000エクサバイト（EB）に急増	67
8.1	大きなデータ、種類の多いデータ、時間的に変化するデータ	
8.1.1	ビッグデータの性質	369
8.1.2	データをどう使いこなすか	369
8.1.3	世界のビッグデータ：2020年には44,000エクサバイトに急増	370
8.1.4	日本企業：関心は高いが取り組みが進んでいない	372
8.2	ビッグデータビジネスに参入している企業に共通なこと	373
8.2.1	ビッグデータの解析とリアルタイム性	373
8.2.2	ビッグデータのフル活用とその恩恵（収益）	374
8.2.3	ビッグデータの解析とビッグデータの活用	375
8.3	インテルとIBMのビッグデータ戦略	376
8.3.1	インテルとIBMのビッグデータ量の予測	376
	〔1〕インテル：2015年には、2.7ゼタバイトへ	376
	〔2〕IBM：データ解析をマイクロ秒で処理	377
	〔3〕インテルとIBMに共通している部分	377
	〔4〕インテルのIoTに関する積極的な事業展開	377
8.4	シスコのビッグデータとIoT/IoE戦略	380
8.4.1	ビッグデータを可視化	380
8.4.2	シスコの仮想HetNetソリューション	382
8.4.3	HetNet（ヘテロジニアスネットワーク）とは	383
8.4.4	シスコが運用しているメキシコでのHetNet	384
8.4.5	ビッグデータビジネス例：コネクテッドバス停というソリューション	386
	〔1〕コネクテッドバス停の構築	386
	〔2〕マラキのクラウド管理システム	387
	〔3〕ユーザーの詳細な解析結果	389
	〔4〕バーチャルパケットコアとM2M統合ソリューションの提供	390
8.5	シスコと連携したテレフォニカのFree Wi-Fiを用いたマーケティング戦略	392
8.6	日立のビッグデータ戦略	392
8.6.1	トラフィック制御に関するソリューションを展開	392
	〔1〕1つ目の強み：多くのインフラ産業をもっていること	394
	〔2〕2つ目の強み：横串の解析チームがいること	394
	〔3〕3つ目の強み：社内の解析チームと効率よく連携する仕組みをもっていること	394
8.7	自社ポートフォリオを活かす富士通の戦略	394
8.7.1	交通情報に関するビッグデータの解析	394
	〔1〕富士通がターゲットとする7つのエリア	395

SAMPLE

[2] 富士通による将来の自動車に関する多くの	390
[3] 富士通の自動車に関するビッグデータへの	397
[4] ビッグデータの各種情報を位置情報に	398
[5] 東京のケーススタディ：ビッグデータ解析をリアルタイムに	400
[6] ビッグデータを用いた交通に関する動的管理の実証実験	401
第9章 スマートシティへの応用：実践フェーズを迎えた欧州発のKNXシティ	403
9.1 スマートハウス／スマートビルの中核技術「KNX」	405
9.1.1 KNX（ケーエヌエックス）とは	405
9.1.2 KNXの3つの優位性	409
[1] KNXは国際標準規格「ISO/IEC14543-3」	409
9.1.3 すべてをETSツールで開発可能	410
9.1.4 複数の通信媒体の利用が可能	410
9.1.5 KNXロゴはISO 9001取得企業のみ提供	412
9.2 KNXシティのコンセプト	412
9.3 KNXシティの具体的な構成	413
9.3.1 活発化するエネルギー効率向上の動き	413
9.3.2 KNXシティの具体例	415
9.3.3 KNXシティを実現するために重要な4つの要素	415
[1] ビルディング（建物）	415
[2] モビリティ	416
[3] インフラ	416
[4] 分散電源（エネルギーの生成）	416
9.4 KNXシティの特別なコンセプト	417
9.4.1 KNXシティ実現に重要な2つの標準化指令：M/441とM/490	417
9.4.2 M/441で毎月の電気料金の請求が可能へ	418
9.4.3 EU20-20-20	419
9.5 KNXシティが果たす役割	420
9.5.1 負荷の変動に対応するビルの役割	420
9.5.2 KNXシティの役割	421
9.6 KNXのネットワーク構成例	422
9.6.1 KNXシステムのネットワーク構成	422
9.6.2 KNXにおけるデータタイプの定義	425
9.7 技術的にみるKNXシティの仕組み	426
9.7.1 KNXシティ側（DSM）で行われる評価や管理、測定	426
[1] 料金ベースの管理部（Tariff based management）	426
[2] エネルギー生成管理部（Generation management）	426

〔3〕 負荷管理部 (Load management)	26
〔4〕 スマートメーター部 (smart metering)	26
9.7.2 KNX シティのスマートグリッド/スマートシティ連携	28
9.8 KNX シティの今後の展望	429
9.8.1 グリッドからのインセンティブの付与方法	429
9.8.2 KNX シティには、いつからデマンドレスポンス機能が組み込まれるか	429
9.8.3 日本市場で KNX デバイスを使用する際の課題	429
索引	431
執筆者紹介	441

SAMPLE

第1章

M2M/IoT の市場動向と最新IoTデバイスの動向

SAMPLE

1.1	世界の M2M/IoT 市場動向.....	21
1.1.1	M2M/IoT 市場動向の概要	21
[1]	M2M と IoT の整理.....	21
[2]	世界の IoT の市場規模は 280 兆円へ	22
[3]	IoT 時代に活躍するエッジデバイス.....	23
[4]	日本国内の IoT の市場規模：2019 年に 16 兆 4, 221 億円へ.....	24
[5]	国内 IoT デバイスの出荷額は 2019 年には 12 兆円を超える！	25
[6]	国内 IoT デバイスの稼働台数：2019 年には 9 億 5, 600 万台へ.....	25
1.1.2	データからみる世界の M2M/IoT 市場動向.....	26
1.1.3	M2M/IoT 市場におけるデバイス市場の動向	33
1.2	世界のモバイルネットワーク市場の最新動向.....	34
1.2.1	世界のモバイルネットワークの利用状況.....	34
1.2.2	3G、4G ネットワークの動向	37
1.2.3	デバイスの利用動向.....	42
1.2.4	MVNO の動向	43
1.3	ウェアラブル端末の最新動向.....	44
1.3.1	ヘッドマウントディスプレイ.....	45
[1]	富士通の「FUJITSU IoT Solution UBIQUITOUSWARE ヘッドマウントディスプレイ」	45
[2]	ソニーの「SmartEyeglass」	46
[3]	エプソンの「MOVERIO BT-200AV/BT-200」	48
[4]	ブラザー工業の「AiRScouter WD-200A/WD-250A」	50
[5]	ウエストユニティスの「InfoLinker」	52
1.3.2	スマートウォッチ	53
[1]	Apple の「Apple Watch」	53
[2]	ファーウェイのスマートウォッチ「Huawei Watch」	54
[3]	LG のスマートウォッチ「LG Watch Urbane」	55
[4]	サムスンのスマートウォッチ「Gear S」	56
[5]	ソニーモバイルコミュニケーションズのスマートウォッチ「3 SWR50」	59

1.4 スマートフォン／タブレットの最新動向..... 60

1.4.1 ZTE の「ZTE Blade S6」 60

1.4.2 ファーウェイ の「Media Pad X2」 62

1.4.3 サムスンの「Galaxy S6 edge」 63

1.4.4 ソニーの「Xperia Z4 Tablet」 66

1.4.5 シャープの「AQUOS Xx」 67

1.4.6 Apple の「iPhone 6S」 69

1.5 ネットワーク家電機器（IoT）の最新動向..... 71

1.5.1 エリクソンの「Connected Vehicle Cloud」 72

1.5.2 P&G の電動歯ブラシ「Oral-B SmartSeries」 72

1.5.3 ジャスパーの「Jasper Control Center」 73

SAMPLE

世界の M2M/IoT の展開が急速に進展し、新しい市場が急速に拡大しようとしている。シスコシステムズ（シスコ）の発表では、世界の IoT の市場規模は 2020 年に約 20 兆円へ広がります。一方、IDC ジャパンの調査では、日本国内の IoT 市場は、2019 年に 16 兆円、22.4 億円へ達すると発表された。

第1章では、シスコシステムの発表や IDC ジャパンの調査結果の発表、さらに GSMA (GSM 協会) によって公表されたデータを見ながら、世界における M2M/IoT とモバイルネットワーク業界の市場動向を把握するとともに、ネットワークの進化とともに注目されている「ウェアラブルデバイス」、高機能化する新デバイスな「スマートフォン／タブレット」、広く M2M/IoT を構成する「ネットワーク家電機器」などを中心に解説する。

1.1 世界の M2M/IoT 市場動向

1.1.1 M2M/IoT 市場動向の概要

スマートフォンやタブレットなどの端末（デバイス）がますます高機能化する一方、スマートウォッチやスマートグラスなどのウェアラブル端末、すなわち新型の IoT デバイスが続々と登場している。これらの端末には各種センサーや通信機能などが組み込まれ、ますますインテリジェント化が進んでいる。これらをつなぐ移動通信ネットワーク（モバイルネットワーク）は第3世代（3G）から第4世代（LTE/LTE-Advanced）へと高速化が進み国際的にも広く普及しはじめ、さらに第5世代（5G）への取り組みが開始されている。

各種端末（IoT デバイス）は、3G や 4G に対応するだけでなく、Wi-Fi や Bluetooth などの近距離通信ネットワークも標準で装備されるようになってきた。これに加えて、製造業の分野をはじめ、医療分野、農業分野、住宅産業分野などの業界を超えて横断的に M2M/IoT へのと仕組みが活発化し、まさに実践時代を迎えている。

〔1〕 M2M と IoT の整理

ここでは最初に、M2M と IoT に関して、簡単に整理しておこう。

M2M (Machine to Machine Communication) とは、「機械」と「機械」が直接通信する形態、すなわち、機械同士の通信のことを指しているが、一方、IoT (IoT: Internet of Things) は一般に「モノのインターネット」と呼ばれ、モノとモノをインターネットで結び通信を行うことを指す。このため、M2M と IoT は似たようなイメージがある（人によっては大局的に見ると同じこととみるケースもある）。

しかし、最近では、IT（情報技術）やネットワーク技術の急速な普及・拡大と歩調を合わせて、IoT の概念は急速に広がっており、現在では、個々に識別可能なさまざまな「モノ」を、インターネット

接続して提供する「サービス」や「アプリケーション」までも、むようになり、より広い範囲で使われるようになってきた。このため、M2Mを含めてIoTというサービスも多い。

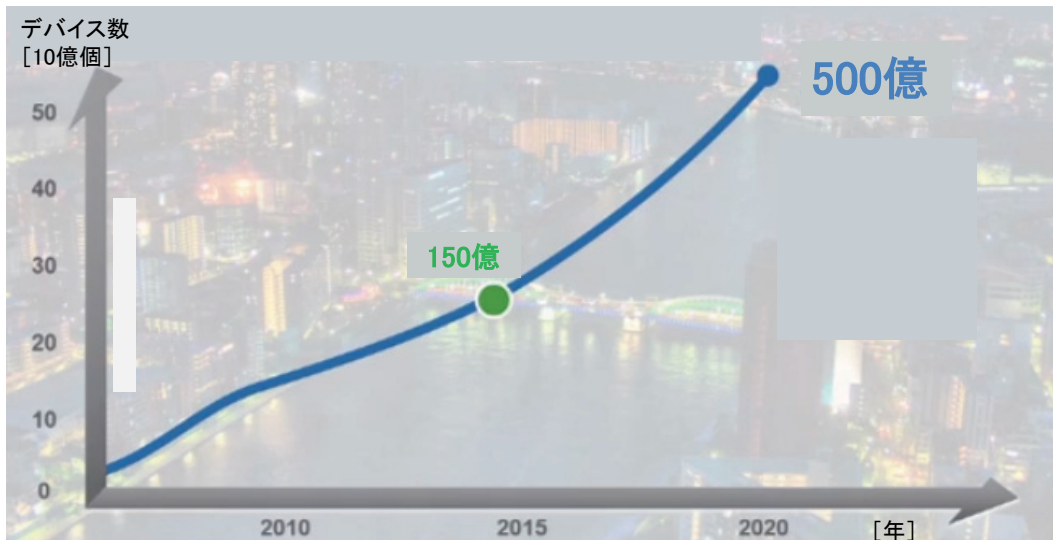
SAMPLE

〔2〕世界のIoTの市場規模は280兆円へ

このようなIoTの動きを背景に、2015年4月に東京・ホテルニューオータニで開催された「NES2015」（新経済サミット 2015²）において、シスコシステムズ エグゼクティブバイスプレジデントであるウィム・エルフリング（Wim Elfrink）氏は「IoT、その先にあるもの」と題して講演。現在、IoTはその成熟期に向かって、指数関数的に市場を拡大しており、2015年現在、すでに150億個デバイスがネットワークに接続されており（図1-1）、2020年までには500億個のデバイスが接続されると予測。その市場規模は、全世界で実に2.3兆ドル（280兆円）に達すると予測した。

その一方で、今後、IoTの普及にとって大きな阻害要因となるものはサイバーセキュリティであると指摘したが、これは逆に新しいビジネスチャンスでもあるとアピールした。

図1-1 IoTの接続数：2020年に500億個と予測



〔出所：NES2015（新経済サミット2015）、Session 7「IoT その先にあるもの」、<http://nes.jane.or.jp/highlights>〕

¹ M2Mは、センサーネットワークを中心とするシステムの場合に使用されることが多い。
² 新経済連盟：JANE、Japan Association of New Economy（略称：新経連）。インターネットおよびeビジネスの拡大を通じた日本の競争力強化を目的とし、民間の立場から各種提言や情報提供を実現していくため、その前身となる一般社団法人「eビジネス推進連合会」が2010年2月に設立された。2012年6月に、活動範囲を拡大し、法人名を「新経済連盟（略称：新経連）」と改称。2015年4月7日～8日に開催されたNES2015」（Ner Economy Summit2015、新経済サミット2015）は、新経済連盟が開催するグローバルカンファレンスで、NES2013、NES2014に次いで3回目。<http://jane.or.jp/about/>

[3] IoT 時代に活躍するエッジデバイス

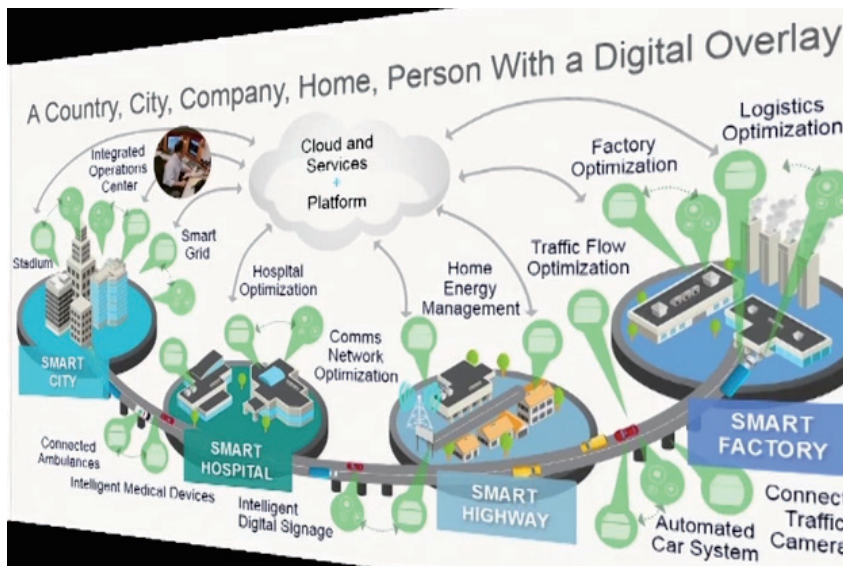
さらに、エルフィング氏は、膨大なデバイスを管理されたいメージを示すため、図 1-2 のような、IoT 時代の「国」「シティ」「家庭」「人」のオーバーレイ（統合）イメージを示した。デジタルによって統合される社会では、

- (1) 「スマートシティ（ビルやスタジアム）」 「スマートホスピタル（病院）」 「スマートハイウェイ（高速通信）」 「スマートファクトリ（次世代工場）」 などと、
- (2) 「クラウドとサービス+プラットフォーム」

が連携し、それぞれが最適化されて、効率的な社会を実現していく。しかし、膨大なビッグデータをクラウドだけに集中させて処理するのは非常に効率が落ちるため、分散させる必要がある。そのためには、クラウドに向かう手前（エッジ）の部分で、データ処理を行うことが重要となる。

すなわち、最近、急速に高機能化しているスマートフォンやタブレットをエッジデバイスとして駆使して、現場でデータ処理を行うのである。例えば、センサーネットワークのようなデータは、クラウドまで運ばないで、ローカルな現場（エッジ）のスマートフォンなどで処理する仕組みにする。すなわち、クラウドにすべての処理を任せる（負荷をかける）のではなく、可能な限り現場に近いエッジでリアルタイムに分散処理し、その処理した結果のデータを集中処理するクラウドに運んで蓄積する。さらに必要であればクラウドと連携させてさらに高度なデータ処理を行うなどの、分散処理が重要となってきたのである³。次に、このような M2M/IoT の日本における市場を具体的に見てみよう。

図 1-2 デジタルでオーバーレイ（統合）される IoT 時代の「国」「シティ」「家庭」「人」のイメージ



[出所：NES2015（新経済サミット 2015）、Session 7「IoT その先にあるもの」YouTube の 13 分 08 秒
<http://nes.jane.or.jp/highlights>]

³ シスコはこれをフォグコンピューティングと呼んでいる。

第2章

SAMPLE

最新アライアンス動向・AllSeen アライアンス— Windows 10 に標準装備された AllJoyn で家電機器も制御へ —

2.1	M2M/IoT の各種アライアンスの登場	77
2.2	AllSeen アライアンスのプロフィール	78
2.3	AllSeen アライアンスがめざすソリューション	80
2.3.1	現在の IoT の課題を解決するプロジェクト	80
2.4	AllSeen Alliance のプロフィールと組織構成	82
2.5	特徴的な各ワーキンググループ/プロジェクト	84
2.5.1	HAE (Home Appliances & Entertainment) プロジェクト	84
2.5.2	DSB (Device System Bridge) プロジェクト	85
2.5.3	共通フレームワーク WG 内のロケーションサービスプロジェクト	86
[1]	デバイスの位置をトリガーにしたアプリケーション	86
[2]	ジオフェンス (Geofence) をトリガーにしたアプリケーション	87
[3]	デバイスのプレゼンスをトリガーにしたアプリケーション	87
2.6	AllJoyn ソフトウェアのフレームワークの構成	88
2.6.1	3つのレイヤで構成	88
2.6.2	コアライブラリという機能	89
2.6.3	サービスフレームワークという機能	89
2.6.4	特定の物理層や OS に依存しない AllJoyn	90
2.7	AllJoyn サービスフレームワークの2つのバージョン：標準版と簡易版	90
[1]	Standard アプリケーション	90
[2]	Thin アプリケーション	91
2.8	「プロキシマルネットワーク」と AllJoyn 対応デバイス	92
2.8.1	プロキシマルネットワークの構成例	92
2.8.2	AllJoyn ゲートウェイ：外出先からの制御も可能	93
2.8.3	他の M2M/IoT への取組みと AllJoyn の取組みの違い	93
2.9	AllSeen アライアンスにおける製品の認証：AllSeen Certified	94
2.9.1	2つのフェーズをもつ認証制度	94
[1]	フェーズ1：‘Designed for AllSeen’	95
[2]	フェーズ2：‘AllSeen Certified’	98

2.9.2	認証制度はビジネスに応じて柔軟に対応.....	98
2.9.3	Windows 10 にデフォルトで AllJoyn を搭載.....	99
2.10	AllJoyn の基本的なセキュリティ対策.....	100
2.11	AllJoyn におけるプラットフォームとバージョン.....	102
2.12	ゲートウェイ (ゲートウェイエージェント) とクラウドサービスの連携.....	104
2.12.1	家庭内の各デバイスを制御.....	104
2.12.2	いろいろなインタフェース: 現在は XMPP をサポート.....	106
2.13	クアルコムの AllJoyn に関する取り組みと製品.....	108
2.14	AllPlay 対応の具体的製品例.....	109
2.15	日本でも AllPlay 対応のオーディオシステム/スピーカーなどが登場.....	112
2.15.1	パナソニックが AllPlay 対応製品を次々に投入.....	112
2.15.2	LIFX (ライフィクス) 社の AllJoyn 対応の LED 電球.....	116
2.15.3	中国のハイアールは AllJoyn 対応の「スマートオープン」を.....	117
2.16	「AllJoyn」対応の2つの新チップが登場.....	117
2.17	今後の展望: どのようなビジネスモデルが登場するのか.....	118

SAMPLE

ホームネットワーク分野においては、AllSeen アライアンスをはじめ、Google がリードする Thread グループ、Intel がリードする OIC (Open Interconnect Consortium、コンソーシアム) などが次々設立されている。また、産業分野においては、ドイツが推進する Industrie 4.0、米国 GE が推進する IIC (Industrial internet コンソーシアム) など産業用 IoT (I-IoT: Industrial IoT) を目指す団体が設立されるなど、次世代の新しいビジネスを目指す動きが、国際的に活発化している。

本章では、最近、具体的な成果 (製品など) を次々に発表している AllSeen アライアンスの最新動向を解説する。

2.1 M2M/IoT の各種アライアンスの登場

実践時代に突入している M2M/IoT について、その発展を促進するための業界標準を策定する活動も活発化している。表 2-1 に、米国クアルコムがリードする「AllSeen (オールシーン) アライアンス」、米国 Google がリードする「Thread Group」(スレッドグループ)、米国 Intel がリードする「OIC (Open Interconnect Consortium)」(オーアイシー) の概要をまとめる。

表 2-1 M2M/IoT の発展に向けた各種アライアンスの概要

組織	項目	内容
AllSeen Alliance (オールシーンアライアンス) https://allseenalliance.org/	リーディング カンパニー	クアルコム
	設立	2013 年 12 月 10 日
	設立メンバー	ハイアール (海爾集団: 中国・大手家電)、LG Electronics (韓国)、パナソニック、クアルコム、シャープ、Silicon Image (米国: 半導体)、TPLINK (中国: 通信機器) の 7 社
	技術的特徴	米国クアルコムが開発した P2P (対等通信) 型のデバイス接続技術「AllJoyn」(オールジョイン。現在オープンソース化されている) のソースコードをベースに、相互運用性をもつデバイスやサービスを提供するために、オープンソースフレームワークを開発する
Thread Group (スレッドグループ) http://www.threadgroup.org/	リーディング カンパニー	Google
	設立	2014 年 7 月 15 日

組織	項目	内容
Thread Group (スレッドグループ) http://www.threadgroup.org/	設立メンバー	ARM 半導体関連、ビッグデータ・アライアンス (Big Data Alliance)、シリコン・フロンティア (Silicon Frontiers)、シリコン・バレー (Silicon Valley)、シリコン・リベラ (Silicon Libera)、シリコン・リベラ (Silicon Libera)、シリコン・リベラ (Silicon Libera)、シリコン・リベラ (Silicon Libera) の 7 社
	技術的特徴	既存のオープンなプロトコル IEEE 802.15.4 (MAC/PHY)、IPv6 通信規格: 6LoWPANなどをベースとし、セキュリティには AES 標準をベースとした低消費電力型のメッシュ・ネットワーキング・プロトコル「Thread」の導入、促進をを目指している。Thread は、1つのメッシュネットワークで 250 個以上のデバイスを接続可能 (参考サイト: http://threadgroup.org/NewsEvents.aspx)
OIC (Open Interconnect Consortium、 オーアイシー) http://www.openinterconnect.org/	リーディング カンパニー	インテル
	設立	2014 年 7 月 8 日
	設立メンバー	アトメル (Atmel 半導体)、ブロードコム (Broadcom 半導体)、デル (Dell)、インテル、サムスン、ウインドリバー (Wind River) の 6 社
	技術的特徴	IoT デバイスの相互運用性を実現するため、仕様作成とともに評価やブランド化を促進、ロイヤリティフリーやオープンソース、オープンスタンダードを旗印に活動

[出所: 稲田修一 監、富田二三彦、山崎徳和、MCPC M2M/IoT 委員会 著、『M2M/IoT 教科書』、インプレス、2015 年 5 月]

2.2 AllSeen アライアンスのプロフィール

2020 年には、500 億個ものデバイスがネットワークに接続されるといわれる M2M/IoT 時代の実現に向けて、AllSeen アライアンスは、オープンソースソフトウェアフレームワークである AllJoyn を使用して、プロキシマルネットワーク (近隣デバイスネットワーク) を構築し、家庭環境におけるスマートデバイス (家電機器やエアコンなど) の相互接続環境を実現している。これは、新しいオープンなフレームワークの登場であると、大きな注目を集めている。

すでに、2015 年 1 月の「CES 2015」(1 月 6~9 日、米国・ラスベガス市) や 2015 年 3 月の「MWC2015」(Mobile World Congress 2015。3 月 2~5 日、スペイン・バルセロナ) でも一部展示や実演がされて

話題を集めたが、いよいよ具体的な製品が日本市場にも登場してきた。さらに、AllJoynが2015年7月に発売されたマイクロソフトのWindows 10にデフォルト（標準）で搭載されたこともあって、大きな注目を集めている。

SAMPLE

この章で解説する AllSeen アライアンス⁶とは、

- (1) オープンな Linux OS (Linux オペレーティングシステム⁷) の普及・促進を目的とする Linux Foundation (リナックスファウンデーション。2000年設立) によって、
- (2) IoT/IoE (Internet of Things/Everything、モノのインターネット/すべてをつなぐインターネット) の実現を目指して、2013年12月に設立された団体である。

米国クアルコムが開発した P2P⁸ (対等通信) 型のデバイスの相互接続技術である「AllJoyn」(オールジョイン) をベースに、相互運用性をもつデバイスやサービスを提供するために、「オープンソースフレームワーク」(後述) およびその関連技術の開発と普及を目的としている。

後述するように、この AllJoyn は、2015年7月に発売されたマイクロソフトの新しい OS 「Windows 10」にデフォルト（標準）で搭載され、「Windows 10」を搭載したパソコンと同じホームネットワーク (プロキシマルネットワーク) に接続された AllJoyn 対応機器や、アプリケーションと連携することが可能となっている。さらにダウンロードによって Android や iOS などを使用するスマートフォンやタブレットからも連携が可能となっている。

表 2-2 に示すように、AllSeen アライアンスは、ハイアール (海爾集団、中国・大手家電)、LG 電

表 2-2 AllSeen Alliance のプロフィール

項目	内容
AllSeen Alliance	<ul style="list-style-type: none"> ・オールシーンアライアンス https://allseenalliance.org/ [Linux Foundation⁹ が設立した、家庭や業界の「IoE: Internet of Everything」の採用とイノベーションの促進をめざす広範なクロスインダストリ コンソーシアム]。

⁶ AllSeen (オールシーン) アライアンスとは、IoT/IoE を実現させるためのオープンソースソフトウェアプロジェクトである「AllJoyn」(オールジョイン、後述) を監督する非営利のコンソーシアム

⁷ Linus Torvalds (リーナス・トーバルズ) 氏によって開発 (1991年) された、UNIX 互換の OS (オペレーティングシステム)。その後、フリーソフトウェアとして公開され、最近では、企業のインターネットサーバをはじめ携帯電話やデジタル家電などの組み込み機器の OS としても広く普及している。

⁸ P2P: Peer to Peer、ネットワーク上で対等な関係にある端末間を相互に直接接続し、データを送受信する通信方式。クライアント-サーバ型のように、クライアント (主) の問い合わせ (処理を依頼) に対してサーバ (従) が処理結果を応答するような、主-従関係の通信ではなく、互いに対等に通信し合う方式。

⁹ Linux Foundation: 2000年設立。Linux OS (オペレーティングシステム) の普及を支援する非営利団体。
http://www.linuxfoundation.jp/news-media/announcements/2013/12/jp_technology-leaders-establish-allseen-alliance-advance-the-ioe

¹⁰ Linux: Linus Torvalds (リーナス・トーバルズ) 氏によって開発 (1991年) された、UNIX 互換の OS。その後フリーソフトウェアとして公開され、最近では、企業のインターネットサーバをはじめ携帯電話やデジタル家電などの組み込み機器の OS としても普及している。

第3章

ライセンスバンドとアンライセンスバンド の競合と共存時代

SAMPLE

3.1	LTE と Wi-Fi オフロード(4G 時代の共存).....	123
3.2	クアルコムの 4.5G 時代の戦略.....	125
3.2.1	モバイル業界の技術の変遷と将来.....	125
3.2.2	クアルコム第 4.5 世代 (4.5G) に関する方向性を打ち出す！.....	126
3.3	LTE の強化：最大 600Mbps の LTE を発表.....	128
3.3.1	LTE 市場における製品の強化：受信速度最大 600Mbps.....	128
3.3.2	LTE モデムのラインアップ.....	129
3.3.3	MDM9000 シリーズ.....	130
3.3.4	幅広い用途に対応するプロセッサ群.....	130
3.4	ライセンスバンドとアンライセンスの共存.....	131
3.4.1	キャリアアグリゲーションとリンクアグリゲーション.....	131
3.4.2	キャリアアグリゲーションとリンクアグリゲーションの特徴.....	132
	〔1〕 キャリアアグリゲーションの特徴.....	133
	〔2〕 リンクアグリゲーションの特徴.....	133
3.4.3	LTE と Wi-Fi を用いたリンクアグリゲーションの利点.....	135
3.4.4	LTE と Wi-Fi を用いたリンクアグリゲーションの仕組み.....	136
3.4.5	アグリゲーションを実現するための端末の仕組み.....	137
3.5	共存に向けた LTE と Wi-Fi 機能の強化.....	139
3.5.1	LTE Direct という機能.....	139
3.5.2	LTE Direct のメリット.....	141
3.5.3	エリクソンは METIS をベースに.....	141
3.5.4	IEEE 802.11ai (高速接続・認証規格) もファイナルドラフトへ.....	142
3.5.5	IEEE 802.11ai ベースのローミングのデモ.....	144
3.6	5GHz 帯のアンライセンス LTE と Wi-Fi.....	145
3.6.1	LAA (LTE-U) の実測結果.....	146
3.6.2	共存に対処するために「CSAT」を提案.....	147
3.6.3	アンライセンスバンドにおける LTE と Wi-Fi の共存.....	149
3.6.4	Wi-Fi アライアンスの LAA (LTE-U) に対する見解.....	149
3.7	第 5 世代(5G)時代の競合と共存.....	150

3.7.1	NTT ドコモの興味深いプレゼンテーション	50
3.7.2	すべては第6世代（6G）までに統合されるとのロードマップ	51
3.7.3	統合とは真逆の「発散してしまうこと」への懸念	52

SAMPLE

移動通信システムにおいて第3世代(3G)から第4世代(4G)へ向ける大きな世代交代には、3.5世代(3.5G)というステップストーンが置かれた。第4世代から第5世代への移行は、さらに大きなスコープが設定されるので、当然、中間的なステップストーンは多く置かれることになるだろう。

その1つのステップストーンは、ライセンスバンド(Licensed Band、免許が必要な周波数帯)とアンライセンスバンド(Unlicensed Band、免許不要の周波数帯)の競合と共存がテーマである。この章では、そのステップストーンを両バンドの競合と共存を考慮したうえで、モバイルオペレータや通信機器ベンダが第5世代(5G)へ向けて、どのようにアプローチしているのかを見ていくこととする。

3.1 LTE と Wi-Fi オフロード(4G 時代の共存)

3G 時代にメールやインターネットアクセスが可能になって急速に普及し始めたモバイルによるデータ通信は、LTE の 4G 時代になると、スマートフォンタブレットなどの出現によって、モバイルネットワークのトラフィック分布を音声中心(電話中心)からデータ通信中心へと大きく変化させ、データ主体の時代といえるまで転換した。このため、移動通信システムは、音声主体のネットワークから、データ主体へのネットワークへと移行し、その料金体系までもが、データ通信定額制から音声通信定額制へ、さらにデータ通信は段階的な従量課金へと移行、すなわち、すべての移動通信システムや通信の料金構造がデータ主体のサービスへと転換せざるを得ない状況を迎えている。通信技術を知らないユーザーから見れば、スカイプや LINE などのアプリで音声通信ができることで十分に満足しており、なぜ電話があるのか、よく理解できない状況となっている。

特にスマートフォンの出現によって、LTE のトラフィックは想像以上にデータ通信の利用に比重が高まり、LTE システムのみで、これらの通信容量を確保することが難しい状態を迎えている。5G に向けて、モバイルシステムの大容量化が叫ばれ、新しい周波数帯域の確保やより効率のよい変調方式、アンライセンスバンドにおける共存利用などなど、とにかくデータ通信の増加に対応することが、今日、そして今後も継続的に要求される事態を迎えている。

これらの兆候は、すでに 4G 時代に明確な問題となって表れていた。例えば、今日行われている、

Wi-Fi オフロード³¹と呼ばれている対応策である。このため、各モバイルオペレータは、オペレータ固有のコストの低い公衆 Wi-Fi の整備を行い、また、直接的な効果は無いもののモバイルルータとい製品によって、複数のスマートフォンなどの移動端末をいつでも Wi-Fi に接続させ、大群化効果³²を阻つた対応も行っている。

このようなトラフィックのオフロードのためのライセンスバンドとアンライセンスバンドの共存は、MVNO にとっては必須であり、また、彼らの OPEX (Operating Expense、事業運営費) の視点からも、戦略的に取り組むべき課題となっている。例えば、MVNO の各オペレータが業界団体を作り、MVNO で互いに使うことのできる公衆 Wi-Fi ネットワークの構築は、エンドユーザーにとっても価値ある戦略となろう。

4G 時代を迎えている現在、LTE の移動通信システムの運用を行っているモバイルオペレータは、すでに Wi-Fi との共存するアプローチを行い、できる限りのトラフィックを Wi-Fi に移行させる努力をしている。今後、5G 時代、さらにはその先に 6G という時代がくると予測されるが、それらは高速大容量を実現するうえで、現在使用されている 2GHz 帯よりも高い周波数帯割り当てられることが予想されるため、当然のこととして基地局 (セル) のカバレッジ (通信範囲) が小さくなる。

このことは、将来の 5G などの移動通信システムが 5GHz 帯を使用する Wi-Fi に似たシステムに近づくであろうと予測できる。このような視点からも積極的な Wi-Fi 利用は、単なる共存と言う意味だけではなく、次世代の 5G/6G の移動通信システムへの布石、さらに、ノウハウの吸収と言う意味を含めて重要となってきた。共存という視点から他の周波数帯や他の無線通信規格を探しても、「Wi-Fi」ほど LTE やスマートフォンなどの移動端末と親和性のよい規格はなく、しかも市場で広く普及している。この動きは、今後も加速するであろう。

³¹ Wi-Fi オフロード: オフロードとは、モバイル端末 (携帯電話等) のデータトラフィック (通信量) が増大することによって、端末の伝送速度が低下したり、通信相手とつながりにくくなることなどを解決したりするため、データトラフィックを携帯電話網以外の、例えば Wi-Fi (無線 LAN) へ振り替えて (オフロードして)、通信トラフィックを分散させること。

³² 大群化効果: 大群化とは 1 つの中継回線をできるだけ多くの人で共用できるようにすること。これによって中継回線の使用能率を改善することができる。具体的には、Wi-Fi ルータや WiMAX ルータなどが発売されている。

3.2 クアルコムの4.5G時代の戦略

SAMPLE

モバイル市場は、音声の電話通信から始まり、高速データ通信へ、さらにモバイルコンピューティングへとダイナミックに変遷し、今後、製造業や農業、医療、自動車などさまざまな産業で導入されるIoTからの情報源を取り込み、それらを結びつけるために5Gへ向けてと進化の勢いは増している。

そのため、モバイル業界での1つの技術的な方向は、さらに「周波数の有効利用」と「共存」というテーマが重視されそれに沿って、開発が進められていくことになる。

2015年3月にスペイン・バルセロナで開催されたMobile World Congress 2015(以下MWC2015)では、初日に、先陣を切って、クアルコムのプレスコンファレンスが行われ、オープニングで、クアルコム社社長のデレク・アベール(Derek Aberle)氏が登壇した。いかに、クアルコムが現在のモバイル市場のコアとして技術を先導しているかがうかがえる。

ここでは、今後のモバイルシステムにとって重要な流れの1つにもなるため、デレク・アベール氏の発表をもとに、「ライセンスバンドでの戦略」と「アンライセンスバンドを取り込む共存に関する考え方」を、クアルコムの展示ブースにおける詳細な説明をベースに解説する。

3.2.1 モバイル業界の技術の変遷と将来

図3-1に示すように、2Gから3Gのデジタル通信への移行および普及期においては、モバイル機器間の通信においてCDMA、EVDO、WCDMA、HSPAなどの新しい通信技術が導入され、これらによって、モバイル関連機器のデジタル化が進められてきた。CDMA方式(クアルコムが開発)を搭載し、爆発的な成長を遂げてきたスマートフォンを中心とした市場は、これまでクアルコムのリードにより変遷してきたといっても過言ではない。

歴史的には、デスクトップ型通信の普及に続き、ノートPCをどこでも接続できるモバイル環境が提供されるようになった。さらにLTE時代を迎えて、スマートフォンへの移行期には、最初の商用CDMAベースのスマートフォン、最初のアンドロイド端末、ブリュー(BREW)OSベースのアプリケーション・プラットフォーム、統合化されたモバイル機器向けSoC³³などの導入によって、本格的なモバイルコンピューティングへと市場が移行してきた。

図3-1のプレゼンテーションの内容から5Gという言葉とともに、「インターネット・エッジ」の変容への移行期において、戦略的かつ積極的にLTEのアンライセンスバンド運用〔図3-1中のLTE-U(LTE

³³ SoC: System on a chip、1つの半導体チップ上に必要とされる一連の必要な機能(システム)を集積する集積回路の設計方法。

第4章

活発化する 5G (第 5 世代移動通信システム) の実現に向けた技術開発と国際標準化動向

SAMPLE

4.1	活発化する第 5 世代 (5G : Fifth Generation) への取り組み.....	157
4.2	5G Tokyo Bay Summit の具体的な内容	158
4.2.1	NTT ドコモによる 5G の研究とベンダ各社との 5G 実験協力内容	158
4.2.2	5G Tokyo Bay Summit のプログラム内容とベンダの 5G 実験協力	159
4.2.3	さらに 5G の実験を拡大.....	164
4.3	移动通信システムの発展史 : 第 1 世代 (1G) ~ 第 5 世代 (5G)	166
4.3.1	10 年ごとに世代交代する移动通信の世界	166
4.3.2	市場ニーズと移动通信システムの進化.....	169
4.4	4G の現状から 5G への進化	170
4.4.1	3 つの多元接続方式の規定	170
4.5	4G (IMT-Advanced) から 5G (IMT-2020) へ	171
4.5.1	4G の動向と実現技術の概要	171
4.5.2	5G の標準化を推進する 3GPP : インドも正式に参加.....	173
4.6	日本で商用サービスが開始された 4G (IMT-Advanced)	175
4.6.1	NTT ドコモの LTE-Advanced : 「PREMIUM 4G サービス」	175
4.6.2	PREMIUM 4G 対応のルータとスマートフォン	177
4.6.3	UQ コミュニケーションズ : 4G 「WiMAX 2+」	178
4.7	5G に関する研究開発の必要性および背景	180
4.7.1	拡大する M2M/IoT 端末とリッチコンテンツの利用.....	180
4.7.2	5G に求められる「要求条件」 (性能目標)	181
4.8	LTE および LTE-Advanced の発展と 5G.....	183
4.9	5G を実現するための主な 5 つの技術	184
4.9.1	ファントムセル (高度 C-RAN)	185
4.9.2	フレキシブルデュプレックス.....	186
4.9.3	高周波数帯への無線パラメータや信号波形の最適化.....	186
4.9.4	大規模 MIMO.....	187
4.9.5	NOMA (非直交多元接続)	187
4.10	各通信機器ベンダとの 5G 伝送実験システムの成果例.....	188
4.10.1	NTT ドコモとエリクソン、ノキアネットワークスの共同実験と成果:15GHz 帯で 5Gbps、	

70GHz 帯で 2Gbps の超高速通信に成功	88
4.10.2 エリクソンとの伝送実験.....	89
4.10.3 ノキアネットワークスとの伝送実験.....	90
4.11 5G Tokyo Bay Summit 2015 で公開された 5G 実験システム	192

SAMPLE

スマートフォン、タブレットに加えて、新しいウェアラブル端末や電力効率的な新型センサー、スマートメーターなどの登場によって、2020年には、実に500億個ものデバイスがネットワークに接続されるといわれており、まさに M2M の時代が幕開けを迎えている。このため、2020年の商用化に向けて、第5世代（5G：Fifth Generation）への取り組みが国際的に活発化している。

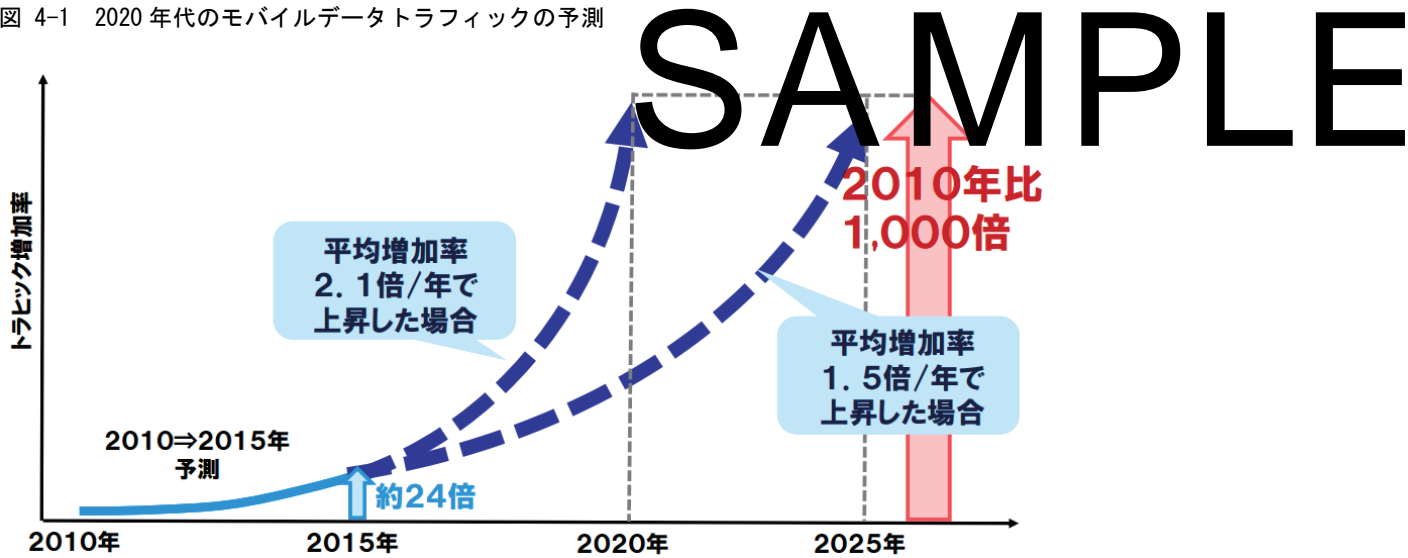
そこで、本章では、まず、世界をリードしている NTT ドコモが内外の研究者やベンダなどを集め、2015年7月に主催した「5G Tokyo Bay Summit」の具体的な内容を紹介する。その後、5Gの歴史的な位置づけを確認するため、移動通信システムの発展史として、第1世代（1G）～第5世代（5G）を整理する。また、日本で商用サービスが開始されたばかりの4G（IMT-Advanced）を見ながら、5Gを実現するための主な5つの技術を解説していく。さらに、NTT ドコモが行ってきた各ベンダとの5G伝送実験システムの成果や、5G Tokyo Bay Summit 2015で公開された5G実験システムを紹介する。

4.1 活発化する第5世代（5G：Fifth Generation）への取り組み

スマートフォンやタブレット、多様なウェアラブル端末などの登場に加えて、多彩なセンサーの登場と活用によって、人と人の音声通信やメール（データ）通信から、人とモノとの通信へ、さらにモノとモノとの通信へと拡大している。このため、2020年には、実に500億個ものデバイスがネットワークに接続されるといわれている。これらのデバイスは、国際的な規模で急速に拡大し、年率1.5～2倍程度で増加すると仮定した場合、日本でオリンピック・パラリンピックが開催される2020年には、2010年に比べて1,000倍ものモバイルトラフィックが増大すると予測されている（図4-1）。

このため、移動通信システムにおいては、現在、サービスが開始された第4世代（4G：LTE-Advanced、WiMAX 2。後述）の次となる第5世代（5G）への期待が急速に高まってきている。このような背景のもとに、2020年の5G商用サービスの提供をめざすNTT ドコモは、2015年7月22～23日の2日間、産官学を交えた「5G Tokyo Bay Summit」を開催し、5Gに関する技術議論および情報交換が行われた。

図 4-1 2020年代のモバイルデータトラフィックの予測



[出所 : http://www.soumu.go.jp/main_content/000312578.pdf]

4.2 5G Tokyo Bay Summit の具体的な内容

4.2.1 NTT ドコモによる5Gの研究とベンダ各社との5G実験協力内容

神奈川県横須賀市にあるNTTドコモのR&Dセンター(YRP)で開催された「5G Tokyo Bay Summit 2015」(2015年7月22日～23日)では、NTTドコモの5Gの実験成果の展示(後述)や、各ベンダの5G向け製品の展示デモも行われた(写真4-1、4-2)。

このサミットには、日本のモバイルをリードし推進している大学や研究機関をはじめ、世界をリードする内外の、

- (1) モバイル機器ベンダ：アルカテル・ルーセントやエリクソン、ファーウェイ、ノキアネットワークス、サムスン電子をはじめ、富士通、日本電機、三菱電機、パナソニック
- (2) 半導体ベンダ：インテルやクアルコム
- (3) 計測器ベンダ：キーサイト・テクノロジーやローデ&シュワルツ

などが集まり、5Gに向けた活発な審議が行われた。

写真 4-1 5G Tokyo Bay Summit 2015 の会議風景（NTTドコモ R&D センター（2015年7月28日～31日））



〔出所：編集部撮影〕

写真 4-2 5G Tokyo Bay Summit 2015 の展示会場：各ベンダの5G対応の機器の展示



〔出所：編集部撮影〕

4.2.2 5G Tokyo Bay Summit のプログラム内容とベンダの5G 実験協力

表 4-1 および表 4-2 に、5G Tokyo Bay Summit のプログラムの内容を示す。

また、表 4-3 に、会場で展示デモが行われた、NTTドコモによる5Gの研究内容および、表 4-4 にベンダ9社（アルカテル・ルーセント、ファーウェイ、富士通、日本電気、エリクソン、サムスン電子、三菱電機、ノキアネットワークス、パナソニック）との5G実験協力の内容を示す。また、表 4-5 にベンダ各社の5G技術開発の内容を紹介する。

第5章

第5世代 (5G) への道

SAMPLE

5.1	日本の5Gを推進する5GMFと世界の動向.....	197
5.1.1	日本の第5世代モバイル推進フォーラム(5GMF)の5Gの取り組み.....	197
5.1.2	世界各地の5G推進団体.....	199
5.2	国際的に大きな流れとなった第5世代(5G)への道.....	201
5.2.1	4Gから5Gへのダイナミックな展開.....	202
5.2.2	要求条件(性能仕様):具体化する5Gの目標値の議論.....	203
5.3	5Gのパネルディスカッションから見る5Gへの道.....	204
5.3.1	エリクソン:5Gの実験で5Gbpsを実現.....	205
[1]	5G実験で下り最大5Gbpsを実現.....	205
[2]	「スライス」型のネットワークでセキュアに運用.....	205
5.3.2	ファーウェイ:5Gの強いリーダーシップを目指して精力的に投資.....	206
5.3.3	NTTドコモ:内外13社パートナーと共同実験.....	206
5.4	5Gの要求条件に関連する展示デモ内容.....	207
5.4.1	エリクソン:One Networkのコンセプトを提唱.....	207
5.5	M2M分野で、2020年でも2Gが44%を占める.....	208
5.6	5G時代における全体的なシステムの統合と将来を見据えた拡散.....	210
5.6.1	ファーウェイ:5Gで全体を統合.....	210
[1]	世界統合標準に向けた5Gの通信技術.....	210
[2]	すべての周波数帯域の統合を想定.....	211
5.6.2	NTTドコモ:5Gに向けた歓迎すべき発散.....	212
5.6.3	エリクソン:5G無線の周波数は「6GHz帯未満と6GHz帯以上」.....	213
5.6.4	ノキア(Nokia):5Gにとって重要な60GHz帯以上の領域.....	214
5.7	5G導入に向けた各社のロードマップ.....	215
5.7.1	エリクソン:5Gに向けた3フェーズの無線テストベッド.....	215
[1]	エリクソンのロードマップ.....	215
[2]	エリクソンの5Gのテストベッド.....	216
5.7.2	NTTドコモの2020年の5G導入に向けてのアプローチ.....	217
5.8	5Gの要求条件と市場ニーズへの適応力.....	218
5.8.1	5Gの各社の要求条件と戦略.....	218
5.8.2	エリクソンの考える5Gに対する要求条件.....	219
5.8.3	ノキアネットワークスの考える5Gに対する要求条件.....	220

5.8.4	ファーウェイの考える 5G に対する要求条件	221
5.8.5	NTT ドコモの考える 5G に対する要求条件	222
5.9	世界の通信キャリアやベンダの具体的な 5G の実験と取り組み	223
5.9.1	エリクソン：5Gbps レベルのスループットを達成	223
5.9.2	2G/3G/4G のパレートの法則と 5G のロングテール	225
5.9.3	KT：2018 年平昌冬季オリンピックで世界初の 5G をスタート	226
5.10	KT、ノキア、チャイナ・モバイルの 5 世代 (5G) への戦略	226
5.10.1	KT の LTE-B (5G プレステージ)	226
5.10.2	ノキア：プログラマブルなネットワーク技術の提供	227
5.10.3	チャイナ・モバイル：5G に 3D-MIMO を推進	227
	〔1〕 4G の 4~6 倍のスループットを計測	227
	〔2〕 3D-MIMO (3 次元 MIMO) を導入するロードマップ	228
5.11	標準化を推進する業界団体「NGMN アライアンス」の役割	229
5.11.1	NGMN アライアンスの「5G ビジョンとロードマップ」	229
5.11.2	MGMN アライアンスの「5G のホワイトペーパー」	232
5.12	3GPP の 5G への取り組み：2015 年末から開始	233
5.13	第 5 世代 (5G) が提供するサービスの具体的なイメージ	233

SAMPLE

第4章では、第1世代 (1G) から第4世代 (4G: IMT-Advanced)、第5世代 (5G: IMT-2020) に至る移動通信システムの全体的な流れを見てきたが、本章では、まず日本の5Gを推進する5GMF (第5世代モバイル推進フォーラム) と世界の動向を解説した後、世界最大級のイベントである「MWC2015」(スペイン・バルセロナ) での取材をベースに、国際的に大きな流れとなった第5世代 (5G) への道を概観する。

同展示会でのパネルディスカッションから見えた各社の5G導入に向けたロードマップを見ていくとともに、世界の通信キャリアやベンダ (エリクソン、ファーウェイなど) の具体的な5Gの実験や取り組みを中心に見ていく。さらに、間もなく開始される3GPPの5Gへの取り組みなどを見ながら、標準化を推進する国際的な業界団体「NGMN アライアンス」の役割を紹介する。最後に、第5世代 (5G) が提供するサービスの具体的なイメージを解説する。

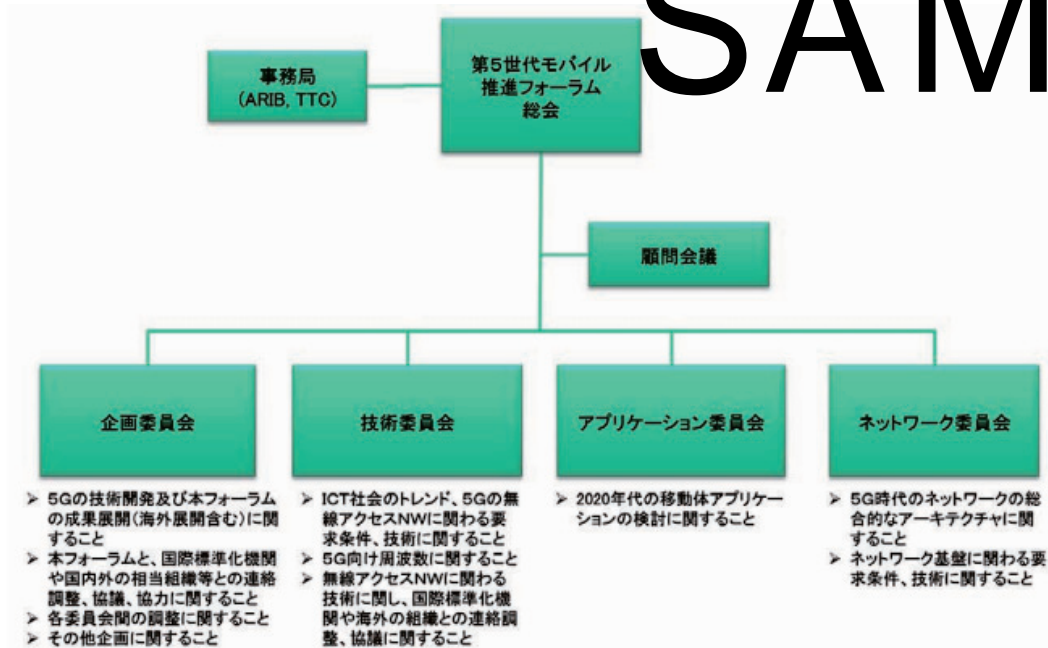
5.1 日本の5Gを推進する5GMFと世界の動向

5.1.1 日本の第5世代モバイル推進フォーラム (5GMF) の5Gの取り組み

2014年9月、日本における第5世代移動体通信システム (5G) の研究開発を推進する団体として、「第5世代モバイル推進フォーラム」(5GMF: The Fifth Generation Mobile Communications Promotion Forum) が発足した (図5-1)。それまでは、ARIB (電波産業会) 内に「2020 and Beyond AdHoc」という5Gに関するプロジェクト設置され活動してきたが、5Gの推進体制強化を経済産業省が示したことを受けて設立されたものである。現在、会員数は計111 (個人会員: 14、一般会員: 64、特別会員: 3、顧問: 30、2015年9月現在) であり、表5-1に示す4つの委員会が活動している。

5GMFでは、2015年中にWhite Paperの発表を予定しており、さらに2017年からは5Gの総合実証を実施する計画としている。

図 5-1 日本の第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF）の構造



5GMF：5G Mobile Communication Promotion Forum、第5世代モバイル推進フォーラム。2014年9月発足。2015年中のWhite Paper 発表を予定。

[出所：中村 武宏著「5G 移動通信の世界動向展望とその要素技術」、ITU ジャーナル Vol. 45 No. 6 (2015, 6)、https://www.ituaj.jp/wp-content/uploads/2015/05/2015_06-03-sp2.pdf]

表 5-1 日本の第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF）のプロフィール

項目	内容
名称	第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF：The Fifth Generation Mobile Communications Promotion Forum）、 http://5gmf.jp/
設立	2014年9月
目的	第5世代移動通信システム（5G）の早期実現を図るため、5Gに関する研究開発および標準化に関する調査研究、関係機関との連絡調整、情報の収集、普及啓発活動等を行う。
会長	吉田進（京都大学 特任教授・名誉教授）
事務局	〒100-0013 東京都千代田区霞が関1-4-1 日土地ビル 一般社団法人電波産業会内 TEL：03-5510-8594
委員会	①企画委員会、②技術委員会、③アプリケーション委員会、 ④ネットワーク委員会
会員数	計111（個人会員：14、一般会員：64、特別会員：3、顧問：30）

[出所：5GMF ホームページなどをもとに作成]

5.1.2 世界各地の5G推進団体

国際的にも、第5世代(5G)への関心が高いところから、図5-2に示すように、世界各地に5G推進団体が次々に設立されている。

特にアジア系では、人口も多く、モバイルユーザーが急速に拡大している、中国やインドが注目されている。とくに、2013年9月に設立されたインドのTSDSI (Telecommunications Standards Development Society, India、インドの電気通信分野の国際標準開発機関)は、SDO (Standards Development Organizations、標準開発機関)として、2015年1月から3GPPのメンバーとなって活躍していることが注目されている⁵⁷。

図 5-2 世界各地の5G推進団体



〔出所：総務省資料より〕

⁵⁷ <http://www.tdsi.org/main/about-us/2013年9月>

第6章

M2M/IoT のグローバル展開とM2Mプラットフォーム・NFV/SDN の最新動向

SAMPLE

6.1	M2M/IoT が関係する技術分野（通信プロトコル）と実現のアプローチ.....	237
6.2	M2M/IoT システムのレイヤ構成	238
	[1] アプリケーション.....	238
	[2] ネットワーク	238
	[3] アクセス網.....	238
	[4] セキュリティ技術や認証技術	238
	[5] 接続される各種のデバイス/eSIM	238
	[6] M2M のオブジェクト（具体的な対象機器）	240
6.3	急浮上する SDN/NFV への取り組み.....	241
	6.3.1 SDN と NFV	242
	6.3.2 NFV と SDN についての違い	244
	6.3.3 EPC に NFV/SDN を適用して経済化	248
	6.3.4 SDN の仕組み.....	248
	6.3.5 NFV の仕組み.....	249
	6.3.6 新しいネットワーク仮想化技術時代の到来.....	251
6.4	各ベンダ/キャリアの SDN/NFV の取り組み.....	251
6.5	高まる M2M の実現に向けたモバイル SDN への期待.....	252
6.6	相次いで登場する多彩な「M2M プラットフォーム」	253
	6.6.1 NTT ドコモの M2M	254
	[1] 業界に先駆けて eSIM（組込み型 SIM）の提供を開始	254
	[2] NTT ドコモの M2M クラウドプラットフォーム「Toami」	254
	[3] 海外オペレータ 6 社と M2M サービスをグローバルに展開	255
	6.6.2 KDDI の M2M	255
	[1] 国内 M2M ソリューション	255
	[2] グローバル M2M ソリューション	256
	[3] KDDI の M2M クラウドサービス.....	256
	[4] KDDI のグローバル M2M プラットフォーム.....	257
	6.6.3 ソフトバンクの M2M.....	257
	[1] ソフトバンク M2M ソリューション プログラム（SMSF）	257

[2] 「SMSP」の主なサービス	258
6.6.4 UQ コミュニケーションズの M2M.....	259
[1] WiMAX による M2M パートナーズプログラム	259
[2] M2M パートナーズプログラムの内容.....	259
[3] 具体例：アミューズメント施設向け M2M システム	260
6.6.5 IIJ：「IIJ GIO M2M プラットフォーム」	261
6.7 SDN と NFV による新世代のプラットフォーム	262
6.7.1 ダイナミックに展開する SDN/NFV	262
[1] 実用期を迎えた SDN/NFV ベースのネットワーク	262
[2] ネットワーク仮想化と「SDN」「OpenFlow」「NFV」	263
6.7.2 ヒューレット・パッカード (HP) の Open NFV リファレンス・アーキテクチャ ..	265
[1] OPNFV の発足.....	265
[2] HP の Open NFV リファレンス・アーキテクチャ.....	267
6.7.3 ウインドリバー (Wind River) の NFV と Titanium Cloud	269
6.7.4 レッドハット (Red Hat) の NFV/SDN エコシステム.....	272
6.7.5 シスコシステムズ (Cisco Systems) の仮想 HetNet ソリューション.....	273
[1] シスコ：次の1年の間に90個までの機能が仮想化を実現	274
[2] シスコの HetNet による MVMT アーキテクチャ	275
6.7.6 IBM はオーケストレーション機能をクラウドベースで提供	276
[1] クラウドベースで提供するシナリオ	276
6.7.7 インテル (Intel) の NFV 協業体制.....	277
6.7.8 デル (DELL) の NFV ソリューション.....	278
6.7.9 エリクソン (Ericsson) の NFV 基盤「Hyperscale Cloud」	279
6.7.10 NEC の SDN/NFV への移行ステップ	280
[1] SDN/NFV の移行へのステップ.....	281
[2] NEC の SDN/NFV へのトータル・ビジョン.....	282
6.7.11 NTT ドコモの NFV とエラスティック・コアアーキテクチャ	282
[1] NFV による仮想化の4つのメリット.....	284
[2] 柔軟なコアネットワークを実現する 「エラスティック・コアアーキテクチャ」	284
6.7.12 テレフォニカ (Telefonica) はクラウドへの移行を目指して.....	288
6.7.13 チャイナモバイル (China Mobile) の NFV 「NovoNet」	291

SAMPLE

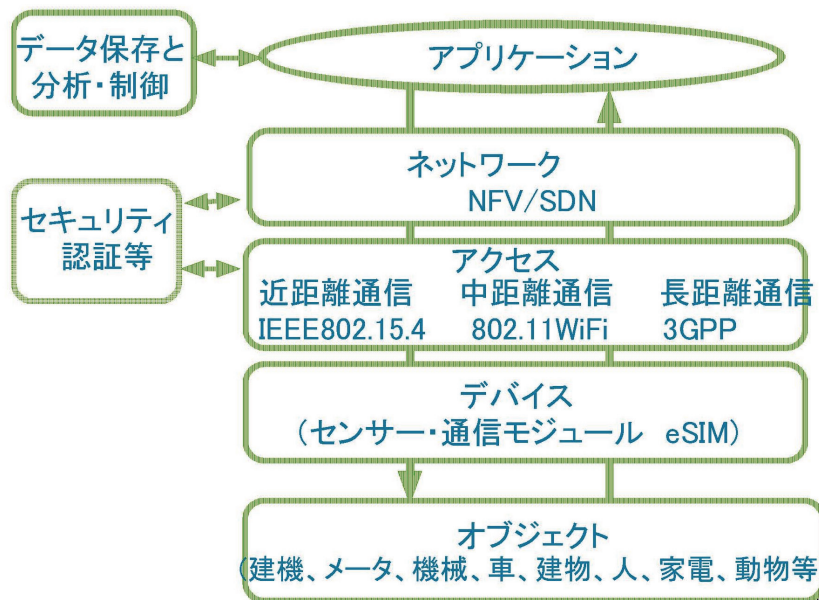
この章では、最初に、M2Mが対象とするビジネス市場や広がりを見るM2Mアプリケーション・ビジネスの世界を見ながら、最近のM2M関連のトピックスを整理する。さらに、M2M/IoTが関係するプロトコル体系を整理しながら、M2M/IoT実現のアプローチについて述べ、相次いで登場する多彩な「M2Mプラットフォーム」の代表的な例について解説する。

さらに、実用期を迎え国際的に注目されている仮想化技術（SDN/NFV）に関して、ダイナミックに展開するSDN/NFVの現状を見ながら、MWC 2015で展示された内容を概観する。具体的には、HPのOpen NFVリファレンス・アーキテクチャをはじめ、ウインドリバー（Wind River）、レッドハット（Red Hat）、シスコ（Cisco）、IBM、インテル（Intel）、デル（DELL）エリクソン（Ericsson）、NEC、NTTドコモ、テレフォニカ（Telefonica）、そしてチャイナモバイル（China Mobile）のNFV「NovoNet」などにいたる、SDN/NFVに関する最新動向を紹介する。

6.1 M2M/IoTが関係する技術分野（通信プロトコル）と実現のアプローチ

これまで述べたように、M2Mに関するビジネスモデルは非常に重要であるが、それを技術面から見たときに、どのようなシステム構成（プロトコル構成）が求められるかを、レイヤ構成的に整理したものが図6-1である。次に、図6-1の各レイヤを簡単に紹介しよう。

図 6-1 M2M/IoTの関係する技術分野



〔出所：服部 武、インプレス主催講演資料より〕

6.2 M2M/IoTシステムのレイヤ構成

SAMPLE

〔1〕アプリケーション

図6-1の最上位には、いろいろなアプリケーション（例：ライフスタイル、自動車、健康、医療、農業等々）があり、これらの具体的なデータが保存され、分析される。ここでどのように分析するか、どのように制御するかということが一番重要なところである。

〔2〕ネットワーク

次に、アプリケーションの下にネットワーク機能〔コア（基幹）ネットワーク〕が位置する。最近ではNFV⁷³、SDN⁷⁴が、新しい通信インフラ技術として注目されており、各種展示会などでも多数出展されデモされ、その後も発表が続いている。ここでは、両者（NFVとSDN）の違いも含めて、詳しくは後述する。

〔3〕アクセス網

M2M/IoTのアクセス網としては、

- ①近距離通信（ショートレンジ、IEEE 802.15.4標準、一般的に小電力無線とも言われ、ZigBeeやBluetooth、Wi-SUN、Z-Waveなどがある）
- ②中距離通信（ミッドレンジ、IEEE 802.11標準、一般にWi-Fiとも言われる）
- ③長距離通信（ロングレンジ、3GPP標準、一般にセルラーとも言われる）

などがある。

〔4〕セキュリティ技術や認証技術

上記〔2〕基幹ネットワークや〔3〕アクセス網においては、M2Mシステムの安全性を確保するため、セキュリティ技術や認証技術が駆使されている。

〔5〕接続される各種のデバイス/eSIM

さらに、ネットワーク機能〔コア（基幹）ネットワーク〕の下に示すアクセス網に、各種のデバイスが接続され通信が行われる。具体的なデバイスとしては、例えば、センサーや通信モジュール、eSIMなどがある。

⁷³ NFV: Network Functions Virtualization、直訳すると、ネットワーク機能の仮想化で、主に通信事業者からのアプローチと言われる。専用のサーバ上に、ソフトウェアでネットワーク機能を実現させる技術。NFVの仮想化機能によって、サーバは、ネットワーク機能を柔軟に変更することが可能となる。さらに遠隔からの操作によってサーバの保守管理を統合的に行うことができるようになり、設備投資を抑制できる。

⁷⁴ SDN: Software-Defined Networking、ネットワークを構成する通信機器をソフトウェアによって制御し、ネットワークの構成などを柔軟に変更できるようにする仮想化技術で、主にコンピュータサーバベンダからのアプローチと言われる。具体的事例としてOpenFlow（後述）が注目されている。

ここで、eSIM⁷⁵〔embedded SIM、組み込み型 SIM〕とは、その構造と仕様が GSMA⁷⁶によって策定された公開（2013年12月）された、M2M 機器向けの SIM の一種のことである。この eSIM が搭載された携帯端末の場合は、モバイル通信事業者の電話番号や ID（識別子）などの情報を、ネットワーク経由で遠隔地から書き込めるようになる。

図 6-2 に、eSIM に関する 3 つのユースケースの具体例を示す。

図 6-2 のユースケース 1 の場合、eUICC の上に、複数の MNO⁷⁷の加入情報（eSIM1、eSIM2、eSIM3）を、最初から（事前に）組み込んでおく。実際に利用するときはそのうち 1 つをアクティブ（使用可能）にする。この方法は、技術的には最も簡単な方法である。

図 6-2 のユースケース 2 の場合は、レイトバインディング（late binding）という仕組みで行う例である。この方法は、何も書かれていない eUICC を実装しておき、後からモバイル通信によって、使用するキャリアの eSIM 情報（eSIM プロファイル）を書き込む方法である。この方法は、無線インタフェースを介して eSIM プロファイルを転送できるため、汎用性が非常に高いが、転送する際に秘匿性（セキュリティ）の確保が求められる。

図 6-2 のユースケース 3 の場合は、最初の eUICC に契約した通信事業者の「eSIM1」情報を書き込んで使用していたが、通信事業者を変えたことによって、「eSIM1」情報を「eSIM2」情報に書き換える例である。これは、通信事業者にとってはチャーン（Churn、短期間に次々にサービスを乗り換える「移り気な」顧客）であるため、その対策が重要となる。

以上、eSIM の仕組みなどを見てきたが、とくに国際的なビジネスを展開するうえで、eSIM への期待は大きいものがある。

⁷⁵ eSIM と SIM は対象が異なる。eSIM は M2M 機器が対象で、SIM は携帯電話機を対象としている。SIM（Subscriber Identity Module）とは、携帯電話端末の利用者の識別を行うために端末に内蔵された IC カード（SIM カード）のこと。通常、どの携帯電話にも内蔵されている。この SIM カードによって、契約したモバイル通信事業者（日本では、NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンク等）の端末しか使用できないように制限されている。このことを SIM ロックという。その後、総務省の指導により、2015 年 5 月から端末は、半年後にユーザーの要望があれば、ロックを解除することが義務付けられた。

⁷⁶ GSMA：GSM Association、GSM 方式の携帯電話の普及や機能/サービスなどの向上を目指す携帯通信事業者の業界団体。GSM：Global System for Mobile Communications、欧州で開発された第 2 世代デジタル携帯電話の方式のひとつ。

⁷⁷ MNO：Mobile Network Operator、移動体（モバイル）通信事業者。モバイル通信を行うネットワーク回線設備を自社でもち、通信サービスを提供する通信事業者のこと。これに対し、MVNO（Mobile Virtual Network Operator、仮想移動体通信事業者）は、MNO から通信網を借りて通信サービスを提供する通信事業者のこと。

第7章

ETSI, ONF, oneM2M, 3GPP, IEEE における標準化動向 = NFV から SDN、M2M、MTC、IEEE P2413 / 802.15.4g/11ah/ BLE4.2 まで =

SAMPLE

7.1	ETSI における NFV の標準化と ONF における SDN の標準化	296
7.1.1	ETSI NFV ISG	296
7.1.2	SDN (Software Defined Network)	298
	〔1〕 ONF で OpenFlow 等の標準化を推進	298
	〔2〕 OpenFlow : OpenFlow スイッチ仕様 1.3.4 が完成へ	299
7.1.3	NFV のアーキテクチャ	300
7.2	NFV 管理とオーケストレーション	301
7.3	M2M/IoT へのアプローチ : 大きく 2 つのアプローチ	302
7.3.1	帰納的アプローチ	302
7.3.2	演繹的アプローチ	302
7.4	M2M のビジネスモデル : パーティカル方式かホリゾンタル方式か	303
7.5	ポイントとなるモバイル M2M における eSIM	305
7.5.1	eSIM : GSMA で標準仕様を策定	305
7.5.2	eSIM でリーダーシップを発揮したエリクソン	305
7.5.3	各業界から期待される eSIM	308
7.6	各標準化団体における「M2M プラットフォーム」標準化の取組み	308
7.6.1	ETSI TC M2M と「oneM2M」の取組み	308
7.6.2	oneM2M の取組み	309
7.6.3	日本の TTC/ARIB	309
7.6.4	米国の TIA	309
7.6.5	3GPP : モバイルに関する国際標準化組織	309
7.6.6	ITU-T : ITU の電気通信標準化部門	310
7.7	欧州組織「ETSI」における M2M 標準化の活動	310
7.7.1	ETSI における M2M アーキテクチャの構成	311
7.7.2	インタフェース	312
7.7.3	レストフル (RESTful) なアーキテクチャを採用	312
7.7.4	リリース 1 仕様からリリース 2 仕様の策定へ	314
7.8	国際組織「oneM2M」における標準化の活動	315

7.8.1	国際標準組織「oneM2M」の組織構成.....	317
7.8.2	oneM2M で策定された技術仕様書および技術報告書.....	318
7.8.3	oneM2M におけるアーキテクチャ.....	320
7.9	国際組織「ITU-T」における IoT/M2M 標準化の活動.....	321
7.10	国際組織「3GPP」における M2M 標準化の活動.....	323
7.10.1	当面は LTE に対応した標準.....	323
7.10.2	3GPP における MTC (M2M) の標準化.....	324
7.10.3	MTC ではローモビリティを重視.....	324
7.10.4	MTC (M2M) デバイスの通信シナリオ.....	324
7.10.5	USIM (eSIM) の信号によって判定.....	325
7.10.6	MTC のエンドツーエンドのセキュリティ.....	326
7.10.7	MTC 通信の身近な例：マンションのセキュリティからメータリングまで.....	327
7.10.8	NTT ドコモが M2M 機器向け eSIM の提供を開始へ.....	327
7.11	国際組織「3GPP」における MTC デバイスの標準化.....	329
7.11.1	低価格 MTC デバイス（移動機）の標準化.....	329
7.11.2	簡易 LTE の 4 つのカテゴリ.....	330
7.11.3	MTC アプリケーションの 3 つのモデル.....	330
7.11.4	MTC におけるプロトコルスタック.....	332
7.12	M2M/IoT を支えるアクセスネットワーク =ZigBee, Wi-SUN, 802. 11ah, Bluetooth, Z-Wave=.....	334
7.12.1	IEEE における M2M/IoT 関係の通信プロトコルの標準化動向.....	334
7.12.2	IoT 規格の標準策定に向けて「IEEE P2413」がスタート.....	336
[1]	IoT に関するアーキテクチャ/フレームワーク標準の策定.....	336
[2]	IoT のアーキテクチャ/フレームワーク.....	337
[3]	“モノ” (Things) の定義.....	338
[4]	“モノ” (Things) の抽象レベル.....	339
7.12.3	IEEE 802. 15 ワーキンググループ (WPAN) における標準化の進展.....	340
7.13	IEEE 802. 15. 4WG 標準①：IP 対応の「ZigBee IP」 (ZIP) を開発.....	340
7.13.1	IP 対応の「ZigBee IP」 (ZIP).....	340
7.13.2	ZigBee/ZigBeeIP 上で動作する SEP1. x と SEP 2.....	342
7.13.3	SEP の機能.....	342
7.14	IEEE 802. 15. 4WG 標準②：IoT 時代の Bluetooth が登場.....	343
7.14.1	センサーネットワークや M2M 分野に対応.....	343
7.14.2	新世代の Bluetooth：大幅に省電力化と高速化.....	344
7.14.3	IoT/IoE 時代を加速させる Bluetooth 4. 2.....	345
7.14.4	アップルの iBeacon：BLE 技術を使用して O2O など活躍.....	346

SAMPLE

7.15 IEEE 802. 15. 4WG 標準③：	
スマートメーター標準として「Wi-SUN」(IEEE 802. 15. 4g) 規格.....	48
7.15.1 M2M 分野への用途を拡大する Wi-SUN.....	48
〔1〕 Wi-SUN のプロトコル構成.....	349
〔2〕 Wi-SUN 規格が東京電力のスマートメーターに採用へ.....	350
7.16 IEEE 802. 11ah は IoT/M2M を目指す Wi-Fi グループ	351
7.16.1 IEEE 802. 11ah の標準化を目指して「TGah」を設立	351
7.16.2 IEEE 802. 11ah の標準化状況	352
〔1〕 標準化の時間軸およびスケジュール	352
〔2〕 IEEE 802. 11ah で対象となる周波数帯域.....	353
7.16.3 IEEE 802. 11ah の機能と一般 Wi-Fi との違い	354
7.16.4 IEEE 802. 11ah で想定されているアプリケーションの例	355
7.16.5 920MHz 帯対応の Z-Wave が登場（日本の場合）	357
7.16.6 Z-Wave の製品事例：ミツミ電機	357
〔1〕 920MHz（日本）の特定小電力無線に対応し、伝送速度 100kbps のモジュール	357
〔2〕 最大 160m まで通信可能	358
〔3〕 Z-Wave のプロトコル構成.....	358
7.17 日本における 920MHz 帯と電波法との関係.....	359
7.17.1 920MHz 帯のパッシブ型無線とアクティブ型無線	360
7.17.2 世界各国の RFID 等の 920MHz 帯の割当.....	362
7.18 M2M の展開と電波利用料の課題	363
7.18.1 技術基準の認証の課題.....	363
7.18.2 電波利用料の課題	364

SAMPLE

第7章では、最初に M2M/IoT のコアネットワーク（基幹網）として、標準化が進展してきた ETSI における NFV（Network Functions Virtualisation）の標準化（例：EPC（仮想化 EPC）等）や、ONF における SDN（Software Defined Network）の標準化（例：ONF の OpenFlow 等）の動向を解説する。続いて、ETSI の NFV ISG（Industry Specification Group）で策定され公開された NFV のアーキテクチャを述べる。

また、ETSI や oneM2M、ITU-T など各標準化団体における「M2M プラットフォーム」標準化の取り組み、特に M2M/IoT を支えるコアネットワーク（基幹網）の標準化動向に続いて、アクセスネットワーク（端末と基幹網を結ぶネットワーク）の標準化動向について見ていく。さらに 3GPP 標準の MTC（Machine Type Communication）や IEEE 標準の IEEE 802. 15. 4g（SUN） / IEEE 802. 11ah に加えて、Bluetooth4. 2 や最近活発な展開を見せる IEEE P2413 についても解説する。

最後に、わが国における 920MHz 帯と電波法との関係を述べる。

7.1 ETSI における NFV の標準化と ONF における SDN の標準化

第6章でも述べたように、NFV も SDN¹⁰⁵も基本的に仮想化にフォーカスしているため、両者のコンセプトは同じようなところがある。次に、NFV や SDN がどのように標準化されているかを見ていく。

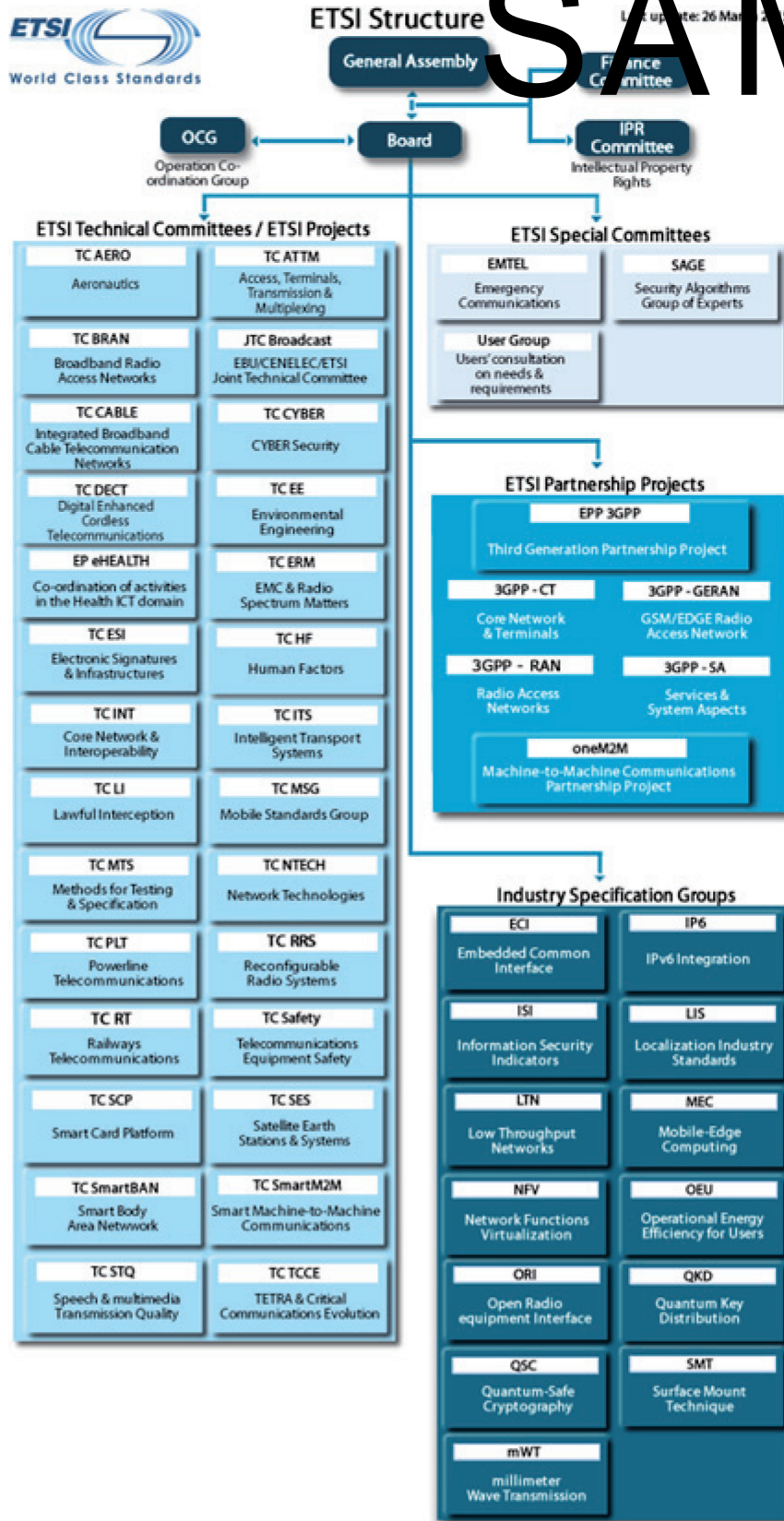
7.1.1 ETSI NFV ISG

ETSI（欧州電気通信標準化機構）で標準化が進められている NFV（Network Functions Virtualisation）は、図 7-1 に示すように、ETSI のボード（理事会）の傘下に、2012 年 11 月に NFV ISG（Industry Specification Group、産業用の仕様策定グループ、表 7-1）が設立され、その標準化が開始された。2015 年 3 月 26 日現在、この ISG NFV の会員数は 280 社¹⁰⁶となっている（表 7-1）。

¹⁰⁵ SDN：コンピュータネットワークを構成する通信機器をソフトウェアで制御し、ネットワークの構造や構成を柔軟に変更できるようにする技術。

¹⁰⁶ http://portal.etsi.org/nfv/nfv_list_members.asp

図 7-1 ETSI における NFV (ISG) と oneM2M (ETSI 後述) の位置づけ



[出所 : <http://www.etsi.org/about/our-structure/organization-chart>]

表 7-1 ETSI NFV ISG のプロフィール

項目	内容
ETSI	European Telecommunications Standards Institute、欧州電気通信標準化機構。欧州の電気通信主管庁、電気通信事業者、メーカー、ユーザー、研究機関などで構成される国際的な標準化組織（1988年1月設立。会員数750社以上、本部：南仏のSophia Antipolis）。
NFV ISG	Network Functions Virtualisation Industry Specification Group。 ETSI 内に NFV の標準化のために設立された産業用の仕様を策定するグループ。 （注：ETSI では Virtualisation というスペルであるが、米語では Virtualization と、s を z とつづることに注意。ここでは ETSI のスペルを使用）
設立	2012年11月（ETSI 内）
目的	ネットワーク機能の仮想化に関して、その要求条件（性能仕様）やアーキテクチャを定義し、その技術的課題に対処すること。 http://www.etsi.org/images/files/ETSITechnologyLeaflets/NetworkFunctionsVirtualization.pdf
会員数	NFV ISG の会員数：280社（2015年9月8日現在）。世界の通信事業者（例：AT&T、NTT、KDDI、BT 他）、通信機器/IT ベンダ（例：Cisco、Ericsson、Fujitsu、NEC、IBM、Huawei、VMware 他） http://portal.etsi.org/nfv/nfv_list_members.asp

〔出所：各種資料をもとに作成〕

7.1.2 SDN (Software Defined Network)

〔1〕 ONF で OpenFlow 等の標準化を推進

一方、SDN (Software Defined Network) は、OpenFlow を含めてその標準化が ONF¹⁰⁷で行われている。

この ONF (表 7-2) は、2007年に設立された OpenFlow コンソーシアム¹⁰⁸を引き継ぐ形で、2011年3月に設立されたユーザー側の企業も参加するコンソーシアムである。

具体的には、OpenFlow を含めた SDN に関して、その商用化のサポートやプロモーション活動、SDN を利用したネットワーク構築を促進したりすることを目的とした団体である。

表 7-2 ONF (Open Networking Foundation) のプロフィール

項目	内容
ONF	Open Networking Foundation (オープンネットワークファンデーション) https://www.opennetworking.org/ja/ https://www.opennetworking.org/

¹⁰⁷ OpenNetworking Foundation、<https://www.opennetworking.org/ja/>

¹⁰⁸ OpenFlow コンソーシアム：2007年にスタンフォード大学を中心として、シスコシステムズ (Cisco Systems)、ヒューレット・パッカード (Hewlett-Packard)、ジュニパーネットワークス (Juniper Networks)、日本電気 (NEC) が参加して OpenFlow コンソーシアムが立ち上げられ、OpenFlow スイッチ規格の標準化が開始された。

第8章

ビッグデータ／クラウドとモノのインターネット 集・処理・解析システム＝ビッグデータ： 2020年には44,000エクサバイト（EB）に急増＝

SAMPLE

8.1	大きなデータ、種類の多いデータ、時々刻々変化するデータ	369
8.1.1	ビッグデータの性質	369
8.1.2	データをどう使いこなすか	369
8.1.3	世界のビッグデータ：2020年には44,000エクサバイトに急増	370
8.1.4	日本企業：関心は高いが取り組みが進んでいない	372
8.2	ビッグデータビジネスに参入している企業に共通なこと	373
8.2.1	ビッグデータの解析とリアルタイム性	373
8.2.2	ビッグデータのフル活用とその恩恵（収益）	374
8.2.3	ビッグデータの解析とビッグデータの活用	375
8.3	インテルとIBMのビッグデータ戦略	376
8.3.1	インテルとIBMのビッグデータ量の予測	376
[1]	インテル：2015年には、2.7ゼタバイトへ	376
[2]	IBM：データ解析をマイクロ秒で処理	377
[3]	インテルとIBMに共通している部分	377
[4]	インテルのIoTに関する積極的な事業展開	377
8.4	シスコのビッグデータとIoT/IoE戦略	380
8.4.1	ビッグデータを可視化	380
8.4.2	シスコの仮想HetNetソリューション	382
8.4.3	HetNet（ヘテロジニアスネットワーク）とは	383
8.4.4	シスコが運用しているメキシコでのHetNet	384
8.4.5	ビッグデータビジネス例：コネクテッドバス停というソリューション	386
[1]	コネクテッドバス停の構築	386
[2]	マラキのクラウド管理システム	387
[3]	ユーザーの詳細な解析結果	389
[4]	バーチャルパケットコアとM2M統合ソリューションの提供	390
8.5	シスコと連携したテレフォニカのFree Wi-Fiを用いたマーケティング戦略	392

8.6 日立のビッグデータ戦略.....	392
8.6.1 トラフィック制御に関するソリューションを専門.....	392
〔1〕 1つ目の強み：多くのインフラ産業をもっていること.....	394
〔2〕 2つ目の強み：横串の解析チームがいること.....	394
〔3〕 3つ目の強み：社内の解析チームと効率よく連携する仕組みをもっていること.....	394
8.7 自社ポートフォリオを活かす富士通の戦略.....	394
8.7.1 交通情報に関するビッグデータの解析.....	394
〔1〕 富士通がターゲットとする7つのエリア.....	395
〔2〕 富士通による将来の自動車に関する多くの展示.....	396
〔3〕 富士通の自動車に関するビッグデータへのアプローチ.....	397
〔4〕 ビッグデータの各種情報を位置情報にタグ付け.....	398
〔5〕 東京のケーススタディ：ビッグデータ解析をリアルタイムに.....	400
〔6〕 ビッグデータを用いた交通に関する動的管理の実証実験.....	401

SAMPLE

クラウド技術を前提にして、最近日本でもビッグデータへの関心が高まり、始め、ビッグデータの解析による新しいビジネスの創出が話題になっている。

ビッグデータとは、大きなデータであると同時に、文字・映像・音声など種類の多いデータであり、また時々刻々変化するデータでもある。最近では、従来のような構造化されたデータに加えて、Facebook や Twitter などのソーシャルメディア（SNS）で使用される非構造化データも急増している。この結果、世界のデータ量は、2013年には実に4,400エクサバイト（EB：Exa Byte）に達し、2020年にはその10倍の44,000エクサバイト（表8-1参照）に急増すると予測され、従来では考えられない天文学的数字である。

本章では、このような環境下で、ビッグデータビジネスへの参入企業の共通項を分析しながら、MWC2015での出展企業の戦略も交えて紹介していく。

8.1 大きなデータ、種類の多いデータ、時々刻々変化するデータ

8.1.1 ビッグデータの性質

ビッグデータとは、

- (1) その名の通り、データ量が大きいこと
- (2) 図8-1の例に示すようにデータの種類の多いこと
- (3) 発生するデータが絶えず変化して生成されていること

などの性質をもっており、それらの性質が重なりながらネットワーク上に提供されるため、従来のシステムでは取り扱うことが困難な面があったが、最近の解析技術やICTの処理技術の進展・向上からこれらに対応できる環境が整備され始めた。

具体的なビッグデータとしては、図8-1の例に示すように、スマートフォンなどを利用したFacebookやTwitterをはじめとするソーシャルメディアデータ（SNS）をはじめ、Web上から配信される音声や画像のマルチメディアデータからオフィスデータ、センサーデータに至るまで、実に多くの多様なデータが、時々刻々ネットワーク上で生成されている。

8.1.2 データをどう使いこなすか

このような背景から近年、ビッグデータに関しては、近年の情報処理によるビジネスの向上、社会システムの変化を更にスケールアップさせる可能性があるという視点で期待され、大きな話題になってきている。ビッグデータの問題は、多様なグループから収集して大きくしたデータをどう使いこな

すかにある。さまざまな企業がビッグデータを自社のビジネスにするため、多様な視点からのアプローチが行われている。

SAMPLE

図 8-1 ビッグデータを構成する各種データ（例）



〔出所：総務省ホームページ、
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/html/nc121410.html>〕

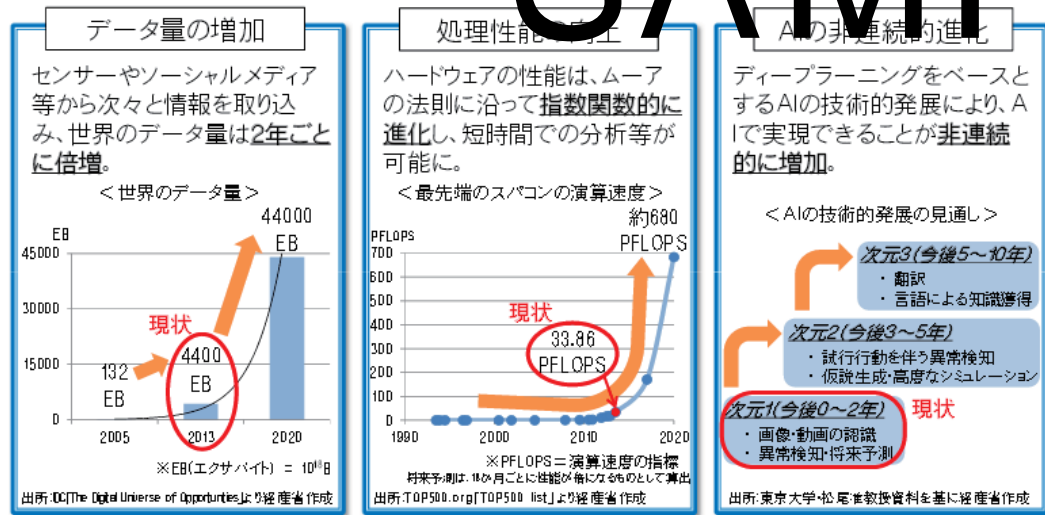
8.1.3 世界のビッグデータ：2020年には44,000エクサバイトに急増

一方、経済産業省の経済産業政策局が公表している「ビッグデータ・人工知能がもたらす経済社会の変革」¹⁴⁵（図 8-1、2015年4月）を見ると、ビッグデータは、各種センサーやソーシャルメディアなどから、次々に発信されており、その世界のデータ量は2013年に4,400エクサバイト（EB:Exa Byte。単位については表 8-1 参照）に達し、2020年にはその10倍の44,000エクサバイトに急増すると予測している。

同時に、これと並行して、ハードウェアの処理性能は、ムーアの法則に従って指数関数的に進化し、さらに最近再び注目されているAI（人工知能）の研究によって、処理能力が非連続的に増大することが予測されており、国としてもビッグデータ時代に対応する研究・開発に対して積極的に支援している。

¹⁴⁵ http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sansei/kaseguchikara/pdf/010_03_03.pdf

図 8-2 今後のデジタルデータ量・コンピューティング能力の指数関数的増加と人工知能の非連続的な進化



PFLOPS：ペタフロップス。Peta Floating point Operations Per Second、コンピュータの処理性能を表す単位の一つで、浮動小数点演算を1秒間に1000兆回行うことを表す単位。

〔出所：経済産業省経済産業政策局「ビッグデータ・人工知能がもたらす経済社会の変革」2015年4月21日、http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sansei/kaseguchikara/pdf/010_03_03.pdf〕

表 8-1 データ量におけるバイトの単位一覧（2進表示）とビット表示

単位	記号	フルスペル	日本語	バイト (B) 表示	ビット表示
バイト	B	Byte	バイト	1B	10 ⁰ ×8 ビット
キロバイト	KB	Kilo Byte	千バイト	1000B	10 ³ ×8 ビット
メガバイト	MB	Mega Byte	百万バイト	1000KB	10 ⁶ ×8 ビット
ギガバイト	GB	Giga Byte	十億バイト	1000MB	10 ⁹ ×8 ビット
テラバイト	TB	Tera Byte	一兆バイト	1000GB	10 ¹² ×8 ビット
ペタバイト	PB	Peta Byte	千兆バイト	1000TB	10 ¹⁵ ×8 ビット
エクサバイト	EB	Exa Byte	百京バイト	1000PB	10 ¹⁸ ×8 ビット
ゼタバイト	ZB	Zetta Byte	十垓(がい) バイト	1000EB	10 ²¹ ×8 ビット
ヨタバイト	YB	Yotta Byte	一秭(し/じょ) バイト	1000ZB	10 ²⁴ ×8 ビット

1bit (ビット) : データ量の最小単位=2¹=2

8bit (ビット) =1B (バイト) =2⁸=256

〔出所：各種資料を元に編集部が作成〕

第9章

スマートシティへの応用：実践ソリューションを 迎えた欧州発の KNX シティ

SAMPLE

9.1	スマートハウス／スマートビルの中核技術「KNX」	405
9.1.1	KNX（ケーエヌエックス）とは	405
9.1.2	KNX の 3 つの優位性	409
[1]	KNX は国際標準規格「ISO/IEC14543-3」	409
9.1.3	すべてを ETS ツールで開発可能	410
9.1.4	複数の通信媒体の利用が可能	410
9.1.5	KNX ロゴは ISO 9001 取得企業のみを提供	412
9.2	KNX シティのコンセプト	412
9.3	KNX シティの具体的な構成	413
9.3.1	活発化するエネルギー効率向上の動き	413
9.3.2	KNX シティの具体例	415
9.3.3	KNX シティを実現するために重要な 4 つの要素	415
[1]	ビルディング（建物）	415
[2]	モビリティ	416
[3]	インフラ	416
[4]	分散電源（エネルギーの生成）	416
9.4	KNX シティの特別なコンセプト	417
9.4.1	KNX シティ実現に重要な 2 つの標準化指令：M/441 と M/490	417
9.4.2	M/441 で毎月の電気料金の請求が可能へ	418
9.4.3	EU20-20-20	419
9.5	KNX シティが果たす役割	420
9.5.1	負荷の変動に対応するビルの役割	420
9.5.2	KNX シティの役割	421
9.6	KNX のネットワーク構成例	422
9.6.1	KNX システムのネットワーク構成	422
9.6.2	KNX におけるデータタイプの定義	425
9.7	技術的にみる KNX シティの仕組み	426
9.7.1	KNX シティ側（DSM）で行われる評価や管理、測定	426
[1]	料金ベースの管理部（Tariff based management）	426

[2] エネルギー生成管理部 (Generation management)	426
[3] 負荷管理部 (Load management)	426
[4] スマートメーター部 (smart metering)	426
9.7.2 KNXシティのスマートグリッド/スマートシティ連携	428
9.8 KNXシティの今後の展望	429
9.8.1 グリッドからのインセンティブの付与方法	429
9.8.2 KNXシティには、いつからデマンドレスポンス機能が組み込まれるか	429
9.8.3 日本市場でKNXデバイスを使用する際の課題	429

SAMPLE

スマートグリッドの実践時代を迎えて、スマートシティが日本も含めて国際的に注目を集めている。とくにここでは、欧州発のスマートハウス／スマートビルの中核技術「KNX」による「KNX シティ構想」が国際的なスケールで導入・普及フェーズを迎えていることから、この KNX シティを中心に紹介する。

KNX シティ¹⁶⁴は、KNX 協会が、持続可能な都市を形成するために、いかにして全体的な解決策を打ち出すことができるか、また、そのためには建物とどう対話すべきかを示したものである。

近年、都市人口は増加の一途にある。その結果、世界のエネルギー消費の 2/3、使用水の 60%、温室効果ガス排出の 70%が都市に由来していると言われている。したがって、気候変動および公害問題を克服できるかどうかは都市に依存しており、持続可能性を念頭に置いた都市開発が非常に重要である。なかでも、都市の建物は、世界のエネルギー消費の 40%、温室効果ガス排出の 21%を占めるとみられており、将来にわたって持続可能な社会を維持するうえで、建物の消費するエネルギー効率の改善は急務である。

ただし、個々の建物のエネルギー効率の改善だけでは限界があり、今後の増加が見込まれる電気自動車（モビリティ）、再生可能エネルギーによる分散電源および新たなエネルギー需給インフラとの整備・統合が望まれる。

9.1 スマートハウス／スマートビルの中核技術「KNX」

9.1.1 KNX（ケーエヌエックス）とは

KNX とは、住宅やビルに関するホームオートメーションやビルオートメーションを実現するために策定された、プロトコル（通信手順）およびそれに関連するソフトウェア技術（ETS¹⁶⁵：Engineering Tool Software）などである。

このような KNX を開発し標準化を推進している KNX 協会は、本拠地をベルギー・ブリュッセルにおき、世界各国に設置された KNX National Group（2015 年 8 月現在、43 カ所）を通じて KNX 製品関連技術を普及させ、会員からの会費と、KNX 技術と KNX ソフトウェアツールのライセンス料、および KNX

¹⁶⁴ KNX シティは、2015 年に 25 周年を迎えた欧州の KNX 協会（1990 年設立）によって推進されている。

¹⁶⁵ ETS：Engineering Tool Software、メーカーに依存しない製品の設計・開発や試験を行うためのツール（ソフトウェア）。KNX の前身である EIB（European Installation Bus、設備系オープンネットワーク標準および団体名）時代から使用されてきたツールで、ETS によって、ホームオートメーション／ビルオートメーションに関する製品の設計や開発だけでなく、KNX 製品を組み合わせた住宅・ビル設備の回路設計／テストを容易に行うことが可能となる。

製品の登録や認定料などから収入を得て運営されている営利企業である。

KNX 協会の活動は、1990 年からその前身である設備系オープンネットワーク標準を策定する「EIBA」(European Installation Bus Association、欧州インストールバス協会) から始まっている。その当時、KNX の技術は EIB (European Installation Bus、欧州の設備系オープンネットワーク規格) と呼ばれていたが、この技術は欧州で誕生したところから、主に欧州企業を中心に使われていた。

例えば、EIB の開発者でもある Siemens (シーメンス) や Schneider Electric (シュナイダーエレクトリック)、ABB (スイスに本社を置く電力・重電関連の多国籍企業) などで使われているが、これらの企業の本社はすべて欧州にある。

その後、

- Batibus (HVAC¹⁶⁶ネットワーク規格) を推進する Batibus Club International (BCI フランス)
- EIB (設備系オープンネットワーク規格) を推進する EIBA (The European Installation Bus Association)
- EHS (欧州ホームオートメーション規格) を推進するオランダの EHSA (European Home System Association)

などの組織が統合され、KNX 協会¹⁶⁷ (KNX Association) が誕生した。

このような経緯から、「KNX」は住宅とビルすなわち、ホームオートメーションとビルオートメーションに関する標準規格となっている。

これらは、日本では HEMS (Home Energy Management System、住宅エネルギー管理システム) や BEMS (Building Energy Management System、ビルエネルギー管理システム) として別々の用語で普及しているが、KNX では HBES (Home and Building Electronic Systems) と 1 つの用語で表現されている。

表 9-1 に、KNX のプロフィールを示すが、2015 年 8 月現在、会員数は約 1 年前の 37 カ国、366 会員から、38 カ国 383 会員に増加し、パートナー (KNX 認定技術者) は約 1 年前の 126 カ国 43,323 人から 135 カ国 47,971 人に、認証機関も 10 社から 11 社に増えている。

図 9-1 に、家電制御から照明制御、空調制御、さらに見える化、エネルギー管理、再生可能エネルギー制御に至るまでの、KNX の幅広い用途の例を示す。

また表 9-2 に、KNX の特徴とプロトコルの構成を示す。

表 9-1 KNX のプロフィール (2015 年 8 月現在)

項目	内容
推進団体	KNX 協会 (KNX Association)、 http://www.knx.org/ 会員数は 38 カ国 383 会員。パートナー (KNX 認定技術者) は 135 カ国 47,971 人。認証機関は 11 社。

¹⁶⁶ HVAC: Heating, Ventilation, and Air Conditioning、建物の暖房・換気・空調

¹⁶⁷ 当時、KNX 協会は Konnex (コネックス) 協会とも呼ばれていたが、その後 KNX 協会となった。

項目	内容
設立	1990年〔前身のEIBA〕(European Installation Bus Association) 欧州インストールバス協会の設立〕その後1995年5月に、下記3者が統合される ①EIBA (The European Installation Bus Association) ②EHSA (European Home System Association) ③BCI (Batibus Club International)
本部オフィス	ベルギー・ブリュッセル市 (Belgium, Brussels)
代表者(会長)	日本KNX協会 (KNX National Group Jpapan、2014年2月設立) 会長：富士通ゼネラル 相原直樹
規格制定	KNX：2002年春公開(注：前身のEIBAの使用は1990年に公開)
認定製品数	・製品ベンダ数(=会員数) 383 ・現在利用可能な認定製品数：(サポート停止となった製品を含めた制定製品数は7,000以上)
認定機関	・KNX協会が認定したテスト期間はドイツを中心に、フランス、イタリア、中国に合計11社
KNX協会の特徴	種々の伝送メディアで利用可能(ツイストペア、PLC、無線IP)

〔出所：KNX資料より〕

図 9-1 KNX 関連の幅広い製品やサービス・用途の例



〔出所：日本KNX協会資料「国際標準のKNX」より〕

アルファベット索引

■ 数字・記号

2 種類のアグリゲーション.....	133
3 SWR50.....	59
3D-MIMO.....	227
3G、4G ネットワークの動向.....	37
3G、4G ネットワークの普及率.....	37
3GPP.....	173, 201, 245, 309
3GPP PLNM.....	332
3GPP で策定された HetNet.....	384
3GPP における MTC (M2M) の標準化.....	324
3GPP の 5G への取り組み.....	233
3.9~4G.....	170
4x4 MIMO.....	178, 179
4G Americas.....	201
4G (第4世代) と 5G (第5世代) の 開発目標の比較.....	183
4G で使用されている周波数帯の 分布 (地域別).....	41
4G の現状から 5G への進化.....	170
5G (Fifth Generation).....	157
5G Forum.....	201
5G PPP.....	200
5G Tokyo Bay Summit.....	157, 159
5GMP.....	197
5G と LTE とのギャップ.....	222
5G に関する新たな実験の概要.....	165
5G の基地局装置.....	193
5G の要求条件.....	181, 218
5G を実現するための主な5つの技術.....	184
5G 商用サービスの開始 (予定) と 2020 年代の動向.....	180
6LoWPAN.....	342
800/900MHz 帯の周波数割り当てと 国際動向.....	354
802.11ai ベースのローミング.....	144
802.11 ワーキンググループにおける 各標準の技術比較.....	355
900MHz 帯.....	351
915MHz-928MHz.....	359
920MHz 帯と電波法.....	359

■ A

A*STAR.....	401
ACS.....	107
AES.....	346
AiRScouter WD-200A/WD-250A.....	50
AllJoyn.....	79
AllJoyn アプリケーションレイヤ.....	88
AllJoyn ゲートウェイ.....	93, 94
AllJoyn コアライブラリ.....	88
AllJoyn サービスフレームワーク.....	88
AllJoyn ソフトウェアフレームワーク.....	88
AllJoyn デバイス.....	105
AllJoyn のセキュリティアーキテクチャ.....	100
AllJoyn メッシュネットワークの構成例.....	91
AllPlay Click SDK.....	111
AllPlay/Wi-Fi 対応のステレオシステム.....	112
AllPlay 対応の CD ステレオシステム.....	112
AllSeen Alliance のプロフィール.....	79
AllSeen Certified.....	94, 98
AllSeen アライアンス.....	79, 82
Apple WWDC.....	346
AQUOS Xx.....	67
ARIB.....	174, 309
ARPU.....	35
ARPUS.....	35
ASP サービス.....	259
ATIS.....	174

■ B

BACnet.....	85
Batibus.....	406
BBF.....	317
BLE.....	346
Bluetooth 2.1.....	344
Bluetooth 3.0+HS (High Speed).....	344
Bluetooth 4.0.....	344
Bluetooth 4.1.....	345
Bluetooth 4.2.....	345
Bluetooth SIG.....	343
Bluetooth Smart.....	346
BRAS.....	250
BSS.....	244, 301

■ C

CAGR	24
CAPEX	252, 264
Carrier Aggregation	132
Cat11 (Category 11)	128
CCSA	174
CDMA	170
CDMA と OFDM の基本的な違い	171
CDN	250
CEM	418
CEN	419
CEN TC 294	419
CENELEC	419
CENELEC CLC/TC 13	419
CENELEC CLC/TC 205	420
CLC	419
CN (Core Network)	245
CoAP	318
Connected Vehicle Cloud	72
Continua Health Alliance	317
CP Protocol	333
CPE	276
C-RAN	175, 185, 278
CSAT	147
cSON	275, 382
CWMP	107

■ D

Designed for AllSeen	94, 95
DL (Down Link)	129
dla 参照点	313
DLC	428
DPI	250
DSB	85
DSM	426

■ E

EHS	406
EIB	406
EIBA	406
Embedded SIM	305
EMG	418
EMS	302
EN50090	426
EPC	244, 247
eSIM	239, 305
eSIM の 3 つユースケース	240
eSIM のアーキテクチャ	307
eSIM プロファイル	239
ETS	405, 410
ETSI	174, 242, 265, 298

ETSI M2M アーキテクチャ	312
ETSI M2M のドキュメント	314, 315
ETSI NFV	243, 246, 247
ETSI TC M2M	318
ETSI TS 102 689	308
ETSI TS 102 690	308
ETSI TS 102 921	309
ETSI における M2M アーキテクチャ	312
ETS ツール	410
EU20-20-20	419
eUICC	240, 305

■ F

FDD	39, 186
FG-M2M	321
FPLMTS	167
FUJITSU IoT Solution UBIQUITOUSWARE ヘッドマウントディスプレイ	45
FuTURE FORUM	200

■ G

Galaxy S6 edge	63, 177
Galaxy S6 SC-05G	177
Gear S	56
Gear S2	58
GGSN	247
GPRS	333
GSM	239
GSMA	239, 305, 328
GT202 モジュール	117

■ H

Hadoop	374
HAE	84
Haier スマートオープン	117
HEMS	92, 406
HetNet (ヘテロジニアスネットワーク)	273, 383
HetNet による MVMT アーキテクチャ	275
HGI	317
Hotspot2.0	134
HSDPA	168
HSPA	168
HSUPA	168
HTTP	106, 312
HTTP Combining	137
Huawei Watch	54
HVAC	406
Hyperscale Cloud	280

■ I

IA (Intel Architecture)	283
iBeacon (アイ・ビーコン)	87, 346, 347
iBeacon の仕様.....	347
iBeacon の機能.....	347
IBM はオーケストレーション機能を クラウドベースで提供.....	276
ICMPv6	350
IEEE 1377-2012	336
IEEE 1888.3-2013	336
IEEE 1905.1-2013	336
IEEE 802.3ad	132
IEEE 802.11ah	351, 355
IEEE 802.11ah で対象となる周波数帯域.....	353
IEEE 802.11ah の機能と 一般 Wi-Fi との違い.....	354
IEEE 802.11ah の標準化状況.....	352
IEEE 802.11ai	142
IEEE 802.15.4	336, 342
IEEE 802.15.4e	348
IEEE 802.15.4g (SUN)	348
IEEE 802.16a	173
IEEE 802.16e	173
IEEE 802.16m	167, 173
IEEE 802.16p-2012	336
IEEE P2413	336
IEEE-SA	337
IETF	106
IIC	234
IIJ GIO M2M プラットフォーム.....	261
IMEISV	326
IMS	247
IMT-2000	167
IMT-2020	167, 171
IMT-2020 (5G) Promotion Group	200
IMT-Advanced	167, 171, 201
InfoLinker	52
IoE	108
iOS	347
IoT	21
IoT/IoE	79
IoT-GSI	321
IoT デバイスの稼働台数.....	25
IoT デバイスの出荷額.....	25
IoT に関する ITU-T の主な勧告.....	322
IoT のアーキテクチャ/フレームワーク.....	337
IoT の問題点.....	81
iPhone 6S	69
IP-VPN	258
ISO 9001	412
ISO/IEC 14543-3	409
ISPS	346
ITU	181, 200

SAMPLE

■ J

JANE	22
Jasper Control Center	73
JJ-300.10	351

■ K

KDDI の M2M	
KDDI の M2M クラウドサービス.....	255, 256
KDDI のグローバル M2M プラットフォーム.....	257
KNX	405, 406
KNX シティ.....	405, 412
KNX シティが果たす役割.....	420
KNX シティのスマートグリッド/ スマートシティ連携.....	428
KNX シティの具体例.....	415
KNX シティの構成.....	414
KNX シティの仕組み.....	426
KNX シティの役割.....	421, 422
KNX シティを実現する 4 つの要素.....	414
KNX デバイス.....	423, 429
KNX におけるデータタイプの定義.....	425
KNX のネットワーク構成例.....	422
KT の LTE-B (5G プレステージ)	226

■ L

LAA	133, 146
LACP	132
LED Smart bulb	116
LG Watch Urbane	55
Licensed Band	123
LIFX 社の AllJoyn 対応の LED 電球.....	116
Link Aggregation	132
Linux	79
Linux Foundation	79
Linux OS	79
LTE Direct	139, 141
LTE/Wi-Fi リンクアグリゲーション.....	132
LTE-A	128, 226
LTE-B	226
LTE-U	125, 133
LTE ネットワークで使用される通信方式.....	40
LTE モデムのラインアップ.....	129
LTE 基地局 (eNodeB)	247

■ M

M/441	417
M/490	417
M2M/IoT サービスに利用される回線数	29
M2M/IoT システムのレイヤ構成	238
M2M/IoT ネットワークが占める割合	31
M2M/IoT ネットワークの地域別の分布	31
M2M/IoT 市場におけるデバイス市場	33
M2M アーキテクチャ	320
M2M と IoT	21, 27
M2M プラットフォーム	242, 253
M2M 対応の eSIM	328
MAN	167
Mandate 441	417
Mandate 490	417
MANO	267
Massive MIMO	187
Matt Roberts が主張する ビッグデータ実装の 3 層モデル	375
MCU	91
Media Pad X2	62
METIS	141
MGMN アライアンスの 「5G のホワイトペーパー」	232
MIMO	162, 172, 190
m1a 参照点	313
m1d 参照点	314
MME	247
MNO	239
MOVERIO BT-200AV/BT-200	48
MQTT	106, 318
M-SDN	244, 252
MT/L1	333
MTC	202, 245, 309
MTC UP	333
MTC (M2M) デバイスの通信シナリオ	325
MTC-IWF	333
MTCsp	333
MTC アプリケーションの 3 つのモデル	330
MTC におけるプロトコルスタック	332
MTC 通信向けの 3GPP アーキテクチャ	331
MTSFB	201
MVNO	239
MVNO の動向	43
MWC2015	125, 202

■ N

NAS	112
NAT	250
NEC の SDN/NFV へのトータル・ビジョン	282
NEC の SDN/NFV への移行ステップ	280
New RAT	183

NFV	2, 27
NFV 5G	24, 28
NFV Management and Orchestration	3
NFVI	27, 32
NFVI を管理する仮想基盤マネージャ	208
NFVI 層	300
NFV による仮想化の 4 つのメリット	284
NFV のアーキテクチャ	300
NFV ホワイトペーパー	263
NGMN	200, 229
NGMN アライアンス	229, 230
NGMN の 5G 実現に向けたロードマップ	232
NOMA	187
NOMA (非直交多元接続) の 伝送実験システム	192
NOMA 伝送実験の説明画面	193
NTT ドコモ	206
NTT ドコモ『ドコモ 5G ホワイトペーパー』	184
NTT ドコモによる 5G の研究	162
NTT ドコモの 5G 導入に向けてのアプローチ	217
NTT ドコモの LTE-Advanced	175
NTT ドコモの M2M	254
NTT ドコモの M2M クラウド プラットフォーム	254
NTT ドコモの NFV とエラスティック・ コアアーキテクチャ	282
NTT ドコモの考える 5G に対する要求条件	222

■ O

O20	347
OASIS	106
OFDM	170
OFDMA	170
OFN	298
OMA	317
One Network	207
oneM2M	309
oneM2M の組織構成	317
oneM2M 技術報告書の一覧	319
oneM2M 初版リリース (Release1) 技術仕様書の一覧	319
ONF	243, 298
ONRC	243
Open Daylight	243
Open NFV リファレンス・ アーキテクチャ	265, 267, 268
OpenFlow	263, 298
OpenStack	300
OpenWrt	118
OPEX	124
OPNFV	265
Oral-B SmartSeries	72

Orchestration	374	SGSN	247, 305
OSS	243, 244, 264, 301	S-GW	247
OSS/BSS 層	300	TTC	177
		S-M	239, 305
■ P		SIMTC	329
P2P	79	SiP	357
PANA	350	SIP	247
PDCP	137	SLA	269
PFLOPS	371	Slicing	263
P-GW	247, 333	SmartEyeglass	46
PLC	88	SM-DP	308
PoC	203, 265	SMG	418
PREMIUM 4G サービス	175	SMSP	257
PREMIUM 4G の利用周波数帯の例	176	Snapdragon	126
		Snapdragon Sense ID	127
		SoC	125, 357
		SONOS スピーカー	109
		SPATIOWL (スペーシオウル)	398
		Speed Wi-Fi NEXT WX01	178, 179
		SSID	134
		■ T	
		TDD	39, 186
		TDMA	170
		TDMA、CDMA、OFDMA の基本概念	171
		TGah	351
		Thin Car	397
		Thin アプリケーション	91
		Thread	88
		TIA	309
		Titanium Cloud	269, 270
		Titanium Server	270
		TLS	101
		Toami	254
		TR (Technical Report)	318
		TR-069	107
		TR-50 M2M	309
		TS (Technical Specification)	318
		TSC	82
		TSDSI	173, 199, 201, 316
		TTA	174
		TTC	174, 309
		■ U	
		UICC	240
		UNICA	265, 289, 290
		Unlicensed Band	123
		UP (UP Link)	129
		UQ コミュニケーションズの M2M	259
		USB-DA	115
		Use Case	240
		USIM	240, 325
■ Q			
QCA4002	117		
QCA401x	117		
QCA4531	117		
QoE	250, 273		
Qualcomm Snapdragon LTE モデムの ラインナップ	129		
■ R			
RAT	183		
Release 8	174		
Release 10	174		
Release 11/12	174		
Release 13	174		
Release 14	174		
REST	106, 312		
RESTful	312		
RFID	360		
RNC	247		
RPC	107		
RPL (リップル)	342		
RSA	278		
RTOS	91		
■ S			
SaaS	259		
Sandbox	82		
SDI	278		
SDN	242, 248, 298		
SDO	173		
SEP 2	342		
SEP1.x	342		
SEP1.x と SEP 2	342		
SEP の機能	342		
SGCP	421		

UTRAN..... 247

■ V

vEPC..... 276
 vIMS..... 276
 VNF..... 267, 270, 302
 VNF マネージャ..... 268
 VNF 層..... 300
 VoLTE..... 129
 vPBX..... 276
 vRAN..... 277
 vSBC..... 276
 vVoice..... 276
 vVPN..... 276

■ W

Wi-Fi Aware..... 134
 Wi-Fi STATION L-01G..... 177
 Wi-Fi オフロード..... 124
 WiMAX..... 173
 WiMAX 2..... 173
 WiMAX 2+..... 175, 178
 WiMAX 2+のキャリア

アダプターバージョンの仕組み..... 17
 WiMAX 2+の周波数帯..... 18, 19
 WiMAXによるM2Mセンサープログラム..... 2
 Windows10..... 9
 WirelessMAN-Advanced..... 167
 Wi-SUN..... 348
 Wi-SUN アライアンス..... 349
 Wi-SUN の主な仕様..... 350
 WP5D..... 167, 203
 WRC15..... 211
 WRC19..... 211

■ X

XMPP..... 106
 Xperia Z4 Tablet..... 66

■ Z

ZigBee IP..... 340
 ZigBee の主な仕様..... 341
 ZTE Blade S6..... 60
 Z-Wave..... 85, 357
 Z-Wave のプロトコル構成..... 358

日本語索引

■ あ

アクセスポイント..... 190
 アクティブ型無線..... 360
 アドバタイズメント..... 89
 アドホック通信..... 140
 アンライセンスバンド..... 123
 アンライセンスバンドにおける
 LTE と Wi-Fi の共存..... 149

■ い

インテリジェントシステム..... 24
 インテル (Intel) の NFV 協業体制..... 277
 インテルと IBM のビッグデータ戦略..... 376
 インドア・ロケーション..... 86
 インフラストラクチャ..... 413, 414

■ う

ウェアラブル端末の最新動向..... 44

■ え

エクサバイト..... 371
 エッジデバイス..... 23
 エリクソン..... 205
 エリクソン (5G 無線の周波数)..... 213
 エリクソンとの伝送実験..... 189
 エリクソンの 5G のテストベッド..... 216
 エリクソンの NFV 基盤
 「Hyperscale Cloud」..... 279
 エリクソンの考える 5G に対する要求条件 .. 219
 エリクソンのロードマップ..... 215
 演繹的アプローチ..... 302
 演繹法..... 302

■ お

オーケストレーション	264, 302, 374
オーケストレータ	302
オーバーヘッド	143
オーバーレイ	383
オブジェクト	240
オフローディング	356
オフロード	124
オンボーディング	88

■ か

仮想 HetNet ソリューション	382
カバレッジ	124
簡易 LTE の 4 つのカテゴリ	330
簡易アプリケーション向け	90

■ き

ギガバイト	371
基地局 (NodeB)	247
帰納的アプローチ	303
キャリア	132
キャリアアグリゲーション	131, 172, 175
キロバイト	371

■ く

クアルコム の 4.5G 時代の戦略	125
グリッドからのインセンティブの 付与方法	429
グローバル M2M ソリューション	256

■ け

携帯電話通信網による M2M デバイスの接続	28
ケーヌエックス	405
ゲートウェイエージェント	105

■ こ

コアネットワーク	169, 241
コアライブラリ	89
構造化されたデータ	369
高速ローミング	144
高度化 C-RAN	175
コネクション	89
コネクテッドバス停	386
コンセントレータ	28

■ さ

サービスフレームワーク	89
-------------	----

SAMPLE

最大 600Mbps の LTE	118
サブギガ帯	311

ジオフェンス (Geofence)	87
シグナリング	325
シスコ (Cisco) の 仮想 HetNet ソリューション	273, 382
シスコの M2M の ネットワークサービス概念図	391
シスコの MVMT アーキテクチャ	275
シスコのビッグデータと IoT/IOE 戦略	380
次世代 ITS	180
従来ネットワーク機器と SDN 機器の違い	248

■ す

垂直統合	303
水平展開	304
スナップドラゴン (Snapdragon) の製品群	130
スペクトラム	213
スマートウォッチ	53
スマートフォン/タブレットの最新動向	60
スマートメーター	420
スマートメーターゲートウェイ	418
スモールセル	185, 383
スライス	206
スループット	135, 189

■ せ

制御プレーン	332
性能目標	181
世界各地の 5G 推進団体	199
世界各国の RFID 等の 920MHz 帯の割当	362
世界中のモバイル回線のうち、 4G-LTE が占める割合	40
世界セルラー M2M テクノロジー予測と仮説	209
世界における 4G-LTE 回線の契約数	39
世界の M2M/IoT 市場動向	26
世界のモバイル通信事業者の 投資額の推定値	36
世界のモバイルネットワーク市場	34
セクターアンテナ	384
ゼタバイト	371
セッション	137
セッション鍵	101
セル	124, 187
全世界における M2M/IoT ネットワーク接続数	30

■ そ

ソフトSIM	305
ソフトバンクのM2M.....	257

■ た

第1世代 (1G : First Generation) ..	166, 168
第2世代 (2G : Second Generation) ..	166, 168
第3世代 (3G : Third Generation) ..	167, 168
第3.5世代.....	168
第3.9世代.....	168
第4世代 (4G : Fourth Generation) ..	167, 168
第5世代 (5G : Fifth Generation) ..	167, 169
第5世代モバイル推進フォーラム	197
大規模MIMO	187
大群化効果.....	124
高い周波数帯 (3GHz 帯以上)	185

■ ち

チタニウムサーバ.....	270
チャイナ・モバイル.....	227
チャイナモバイルのNFV「NovoNet」.....	291
チャンネルサウンダー.....	162
抽象化 (Abstraction)	318
直接負荷制御.....	428

■ て

低価格MTCデバイス.....	329
ディスクバリー.....	89
デフォルト.....	79
デマンドレスポンス.....	428, 429
デュアルモード端末.....	186
テラバイト.....	371
デル (DELL) のNFVソリューション.....	278
テレフォニカ (Telefonica) は クラウドへの移行を目指して.....	288
テレフォニカのFree Wi-Fi を用いた マーケティング戦略.....	392
電波利用料に関する課題.....	365
電力領域.....	187

■ と

トラステッド領域.....	326
トラッキング.....	327
トレーシング.....	327

■ に

日本国内のIoTの市場規模.....	24
日本の920MHz帯の主な仕様.....	362

は の S A M P L E

ネットワーク家電機器 (IoT) の最新動向.....

ノキアネットワークスとの伝送実験	190
ノキアネットワークスの考える 5G に対する要求条件	220

■ は

バーティカル方式.....	303
ハードウェアの例.....	424
バイト.....	371
バックホール.....	355
バックボーンネットワーク	169
パッシブ型無線.....	360
パラメータ.....	186
パレートの法則.....	225
ハンドオーバー.....	143, 268

■ ひ

ビーコン.....	86
ビーム.....	190
ビーム追従機能.....	189
光張り出し構成.....	189
低い周波数帯 (3GHz 帯以下)	185
非構造化データ.....	369
ピコセル.....	383
日立のビッグデータ戦略.....	392
非直交多元接続.....	187
ビッグデータ解析をリアルタイムに.....	400
ビッグデータに対する取り組み状況.....	372
ビッグデータの解析とリアルタイム性.....	373
ビッグデータの性質.....	369
ビッグデータのフル活用とその恩恵.....	374
ビッグデータビジネス例.....	386
ビッグデータを可視化.....	380
ビッグデータを構成する各種データ	370
標準化指令 441.....	417
標準化指令 490.....	417
ビルディング.....	413, 415

■ ふ

ファウウェイ.....	206, 210
ファウウェイの考える5G に対する 要求条件.....	221
ファントムセル.....	185, 186
フェムトセル.....	383
フォームファクター.....	209
負荷の変動に対応するビル役割.....	421

複数の周波数帯の統合	132
複数の通信回線の統合	132
プライスシグナル	428
フレキシブルデュプレックス	186
プレゼンス	87
プロキシマルネットワーク	86
プロキシマルネットワークの構成例	92
分散電源	413, 414, 416

■ へ

ペタバイト	371
ヘッドマウントディスプレイ	45
ベンダ9社との5G実験協力 (NTTドコモ)	163
ベンダ各社の5G技術開発 (NTTドコモ)	164

■ ほ

水平ゾンタル方式	304
----------	-----

■ ま

マクロセル	185, 383
マシンタイプモジュール	325
マッシュ MIMO	162
マラキ (Meraki) のクラウド 管理システム	387
マルチアンテナ技術	173
マルチホップ通信	28

■ み

ミッションクリティカル	207
ミリ波	189

■ む

無線パラメータ	183
無線リソース領域	187

SAMPLE

モバイルWiMAX	173
モバイルデータトラフィックの予測	181
モビリティ	413, 416

■ ゆ

ユーザーブレン	332
ユースケース	240

■ よ

要求条件	172, 203
ヨタバイト	371

■ ら

ライセンスバンド	123
ライセンスバンドと アンライセンスの共存	131

■ り

リリース (Release)	174
リリース 13	188
リリース 14	188
リンクアグリゲーション	131, 132
リンクアグリゲーションの仕組み	136
リンクアグリゲーションの特徴	133
リンクアグリゲーションの利点	136

■ れ

レイテンシー	172
レイトバインディング	239
レコチョコク	111
レストフル	312

SAMPLE

SAMPLE

[執筆] 五十音順、敬称略

大澤 智喜(おおさわともき) [第3章、第5章、第6章、第7章、第8章]

株式会社ブリッド 代表取締役社長。

1983年 NECに入社し中央研究所に配属。1993～1997年 NEC研究所において、無線LANの基礎研究を実施。1994年、スウェーデン王立工科大学に客員研究員としてMobile-IP、Mobile Computingの研究に従事。1997～2001年、世界第1号となったNTT向けIEEE 802.11aシステムの開発を主導、およびIEEE 802.11への日本のリエゾンとして活動。

2012年、株式会社ブリッドを設立。企業のイノベーションを実現すべく、多くの通信キャリア、通信機器ベンダへの提案や開発サポート、さらには異業種ミックスへの働きかけを行う。工学博士(1993年、日本大学)。

服部 武(はっとり たけし) [第6章、第7章]

上智大学理工学部情報理工学科 客員教授。

1974年 東京大学大学院工学系研究科電子工学博士課程了。

1974年 日本電信電話公社横須賀電気通信研究所入所。自動車・携帯電話、新コードレス電話方式、パーソナル通信方式、PHSの研究開発推進に従事。この間、研究開発本部調査役、無線システム研究所、研究企画部長 / パーソナル通信研究部長などを歴任。1996年 通信網総合研究所ネットワーク企画推進室主席研究員。

1998年 上智大学理工学部 教授に就任、次世代移動通信方式、高速移動パケット伝送、ワイヤレス・システムにおけるQoSスケジューリング、位置検出、OFDM/MIMO伝送などの研究に従事。2013年 客員教授、現在に至る。

1979年 電子情報通信学会学術奨励賞 / 1981年 IEEE Vehicular Technology Society 論文賞ほか。電子情報通信学会フェロー、IEEE Life member、総務省情報通信審議会委員(2006～2014年)、法務省高裁・地裁知財専門員(2012年～)、第5世代モバイル推進フォーラム(5GMF)顧問、IEEE VTS Tokyo Chapter顧問、IEEE APWCS05 General Chairman、VTC2010国際会議General Chairmanほか。電子情報通信学会、情報処理学会、画像電子学会、日本シミュレーション学会、IEEE VTS、IEEE ComSoc 各会員。

インプレス SmartGrid ニュースレター編集部 [第1章、第2章、第4章、第9章]

[プロデュース]

インプレス SmartGrid ニュースレター編集部

電力産業やICT産業のみならず、家電産業、半導体産業、住宅・建築産業、自動車産業など複数分野にまたがって発展している「スマートグリッド」に関する最先端の情報を定期的に提供する、日本初の「インプレス SmartGrid ニュースレター」を2012年10月に創刊。主に企業や組織の(1)マーケティング部門(市場動向分野)、(2)戦略部門(ビジネス動向分野)、(3)研究開発部門(技術・標準化動向分野)の方々を読者対象とし、冊子版と電子版の両方を月刊で発行する。本誌と連動したWebサイト「インプレス SmartGrid フォーラム」(<http://sgforum.impress.co.jp/>)も運営し、企業や組織を超えた共通の「場」を提供するメディアとなるよう活動を行っている。

STAFF

◎ AD / デザイン

◎ 本文DTP制作

◎ 編集

岡田 章志

一島 宏

威能 契

林 憲

三橋 昭和

[ino@impress.co.jp]

[hayasi-k@impress.co.jp]

[mihashi@impress.co.jp]

● 本書の内容についてのお問い合わせ先

株式会社インプレス メール窓口
im-info@impress.co.jp

件名に「『M2M/IoTを支える最新モバイルネットワーク技術2015-2016』問い合わせ係」と明記してお送りください。

電話やFAX、郵便でのご質問にはお答えできません。返信までには、しばらくお時間をいただく場合があります。なお、本書の範囲を超える質問にはお答えしかねますので、あらかじめご了承ください。

SAMPLE

● 商品のご購入についてのお問い合わせ先

株式会社インプレス 法人営業局 営業2部
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
TEL 03-6837-4631
FAX 03-6837-4648
report-sales@impress.co.jp

造本には万全を期しておりますが、万一、落丁・乱丁およびCD-ROMの不良がございましたら、送料小社負担にてお取り替えいたします。「株式会社インプレス」までご返送ください。

M2M/IoTを支える 最新モバイルネットワーク技術 2015-2016

ビッグデータ/IoTデバイスからSDN/NFV、5G、関連する
市場動向

2015年9月30日 初版発行

著者 大澤 智喜/服部 武/インプレス SmartGrid ニュースレター編集部
発行人 中村 照明
編集長 威能 契

発行所 株式会社インプレス
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
<http://www.impress.co.jp/>
im-info@impress.co.jp

本書は著作権法上の保護を受けています。本書の一部あるいは全部について株式会社インプレスから文書による許諾を得ずに、いかなる方法においても無断で複写、複製することは禁じられています。