本章では、最近注目されている技術、サービスで、日本が積極的に標準化を推進している事例を取り上げ紹介する。

目次

6章「標準化事例」の目次構成を示す。

IPTV、IoTエリアネットワーク、光アクセスシステム、通信装置のソフトエラー対策、及びILE技術の標準化の事例について、各々の市場動向、技術動向、標準化動向及び日本のキャリアや企業が実施した標準化活動を紹介する。

6-1. 通信と放送の連携のサービスアプリケーションであるIPTVの標準化　(ITU-T SG16)

6-2. IoTシステムを構成するIoTエリアネットワークにおいて、家電製品や太陽光発電等のエネルギー関連の住宅内の機器をネットワークに接続して、利便性、エネルギー効率化を図るホームネットワークを中心とする標準化 (ITU-T SG13, 15等)

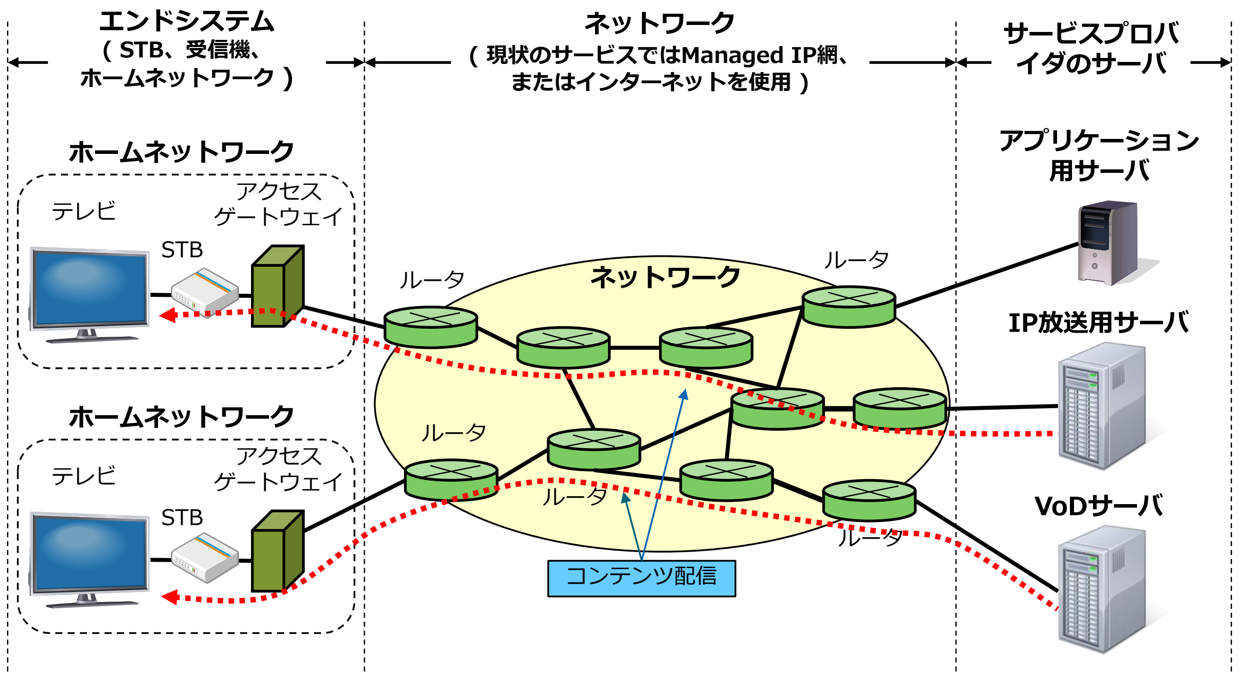
6-3. 日本が普及率トップであるFTTHを実現する伝送技術である光アクセスシステムの標準化 (ITU-T SG15, IEEE 802.3)

6-4. 宇宙線によって生じる中性子線により生じる通信装置のソフトエラー対策に関する標準化 (ITU-T SG5)

6-5. スポーツ競技やエンターティメントの公演などを遠隔地へリアルタイムに伝送し、臨場感高く再現する超高臨場感ライヴ体験技術 (ILE (Immersive Live Experience))に関する標準化 (ITU-T SG16)

6-1 IPTV

IPTVシステム構成

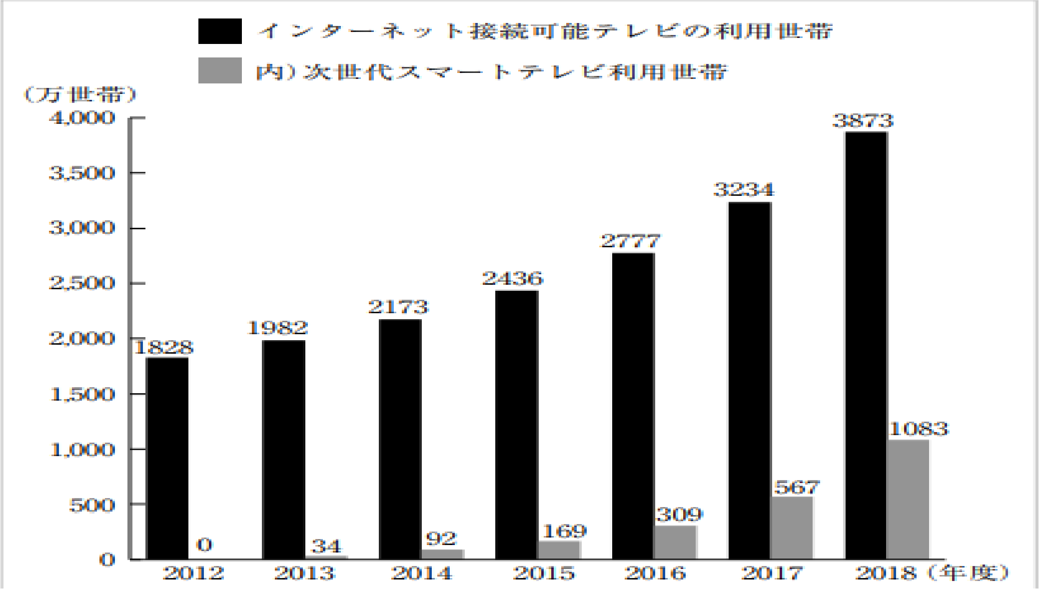


6 - 3

IPTVとは、IP (Internet Protocol) を利用してデジタルテレビ放送を配信するサービスのこと、またはその放送技術の総称である。
IPTVでは、ブロードバンドに接続されたネットワークインフラを利用してテレビを配信するもので、ブロードバンドの特性を生かしてVOD (Video On Demand)の実現と関連付けられることも多い。
IPTVによる映像配信サービス、データ通信サービス及びVoIPによる電話サービスを1本のブロードバンド回線で提供するサービスが、トリプルプレイ (Triple Play)と呼ばれている。

6-1　IPTV

IPTVの利用世帯数



出典：NRI「これから情報・通信市場で何が起こるのかITナビゲーター2014年版」

6 - 4

IPTVの利用世帯数は右肩上がりで増えており、2018年度には3800万世帯を超すと推定された。

スマートテレビ：インターネットからストリーミングテレビ放送サービスを受信、視聴できるテレビ

上記グラフでは、以下の意味で分類している。
インタネット接続可能テレビの利用世帯：インターネットに接続可能なテレビを所有しているが、インターネットからのストリーミング放送サービスなどは利用していない世帯。
次世代スマートテレビ利用世帯：インターネットに接続可能なテレビを所有し、かつインターネットからのストリーミング放送サービスも利用している世帯。

6-1　IPTV

IPTVサービスの概要

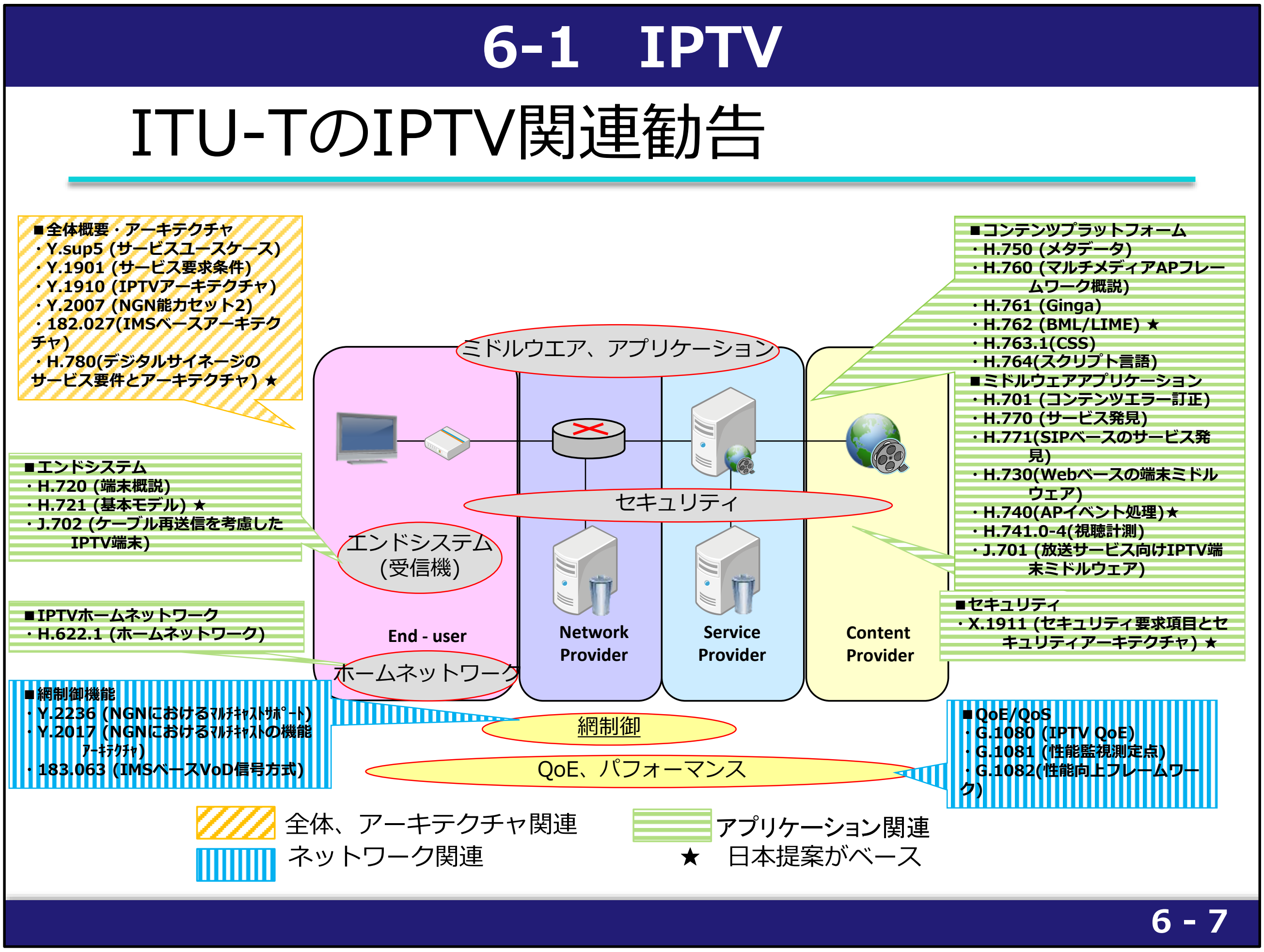
サービス		概　要
IP放送	IP多チャンネル放送 (自主番組)	テレビと同様の放送をリアルタイムでIPマルチキャストによりIPネットワーク経由で提供するサービス
	IP再送信	地上デジタル放送を一旦受信し、必要な信号変換を行った後、IPマルチキャストによりIPネットワーク経由で提供するサービス
VoD	ストリーミング方式	視聴者からの要求操作（オンデマンド）に基づき、サーバからストリーミング方式でコンテンツを1対1で配信し、端末側で受信・再生する形態のサービス
	ダウンロード方式	サーバからコンテンツファイルをユーザ端末にダウンロードした後、ユーザ端末で再生して視聴するサービス
データ放送		IP放送で送信される映像コンテンツに様々な文字情報を付加したり、双方向のデータのやり取りを可能とするサービス
放送連携		地上波テレビ放送受信中に、データ放送を利用してIPTVのコンテンツ配信を要求するなどの、地上波テレビ放送とIPTVを連携させたサービス

IPTVの映像配信サービスは、テレビ放送のように決められたスケジュールに従って番組の送信を行うIP放送と、ユーザから要求されたときにコンテンツの配信を行うVoD (Video on Demand) に分類される。前者のIP放送のサービスとして、サービスプロバイダが編成した番組 (自主番組) の配信と、地上デジタル放送の再送信のサービスがある。また、後者のVoDの提供形態として、IP放送と同様、リアルタイムのストリーミング方式で提供するサービスと、利用者端末がサービスプロバイダのサーバからコンテンツファイルをダウンロードした後、再生するダウンロード方式のVoDサービスがある。
IP再送信は、所定のQoS/QoEを満足することが義務づけられているため、Managed IP網においてのみサービス提供可能である。
IPTVの映像配信に付随したサービスとして、電波によって伝送される地上デジタル放送との連携サービスとデータ放送がある。連携サービスでは、地上波テレビ放送受信中にテレビ放送と一緒に送られてくるデータ放送が、IPTVのサービス要求などに利用される。
一方、IPTVのデータ放送としては、データのやり取りの形態から、ニュースや天気予報などの片方向の送信と、アンケートなどの双方向の情報伝送がある。またIP放送との関係から、番組に関係する情報を提供する番組連動型と、ニュースなどのどの番組とも関係しない番組非連動型に分類される。

日本の主なIPTVサービス

名称	提供主体	サービス開始時期	提供形態	サービス概要
a uひかり	KDDI	2003.12	auひかり契約者を対象に放送サービスを提供	・多チャンネル放送 (約40ch) ・VOD (約10000タイトル)
ひかりTV	NTTぷらら	2005.6	オンデマンドTV等のサービスを集約し、フレッツ光契約者を対象に放送サービスを提供	・多チャンネル放送 (約80ch) ・VOD (約97000タイトル) ・ＮＨＫオンデマンド
アクトビラサービス	アクトビラ	2007.2	デジタルTV (アクトビラ対応) 及びブロードバンド回線契約者を対象にVODサービスを提供	・VOD (69000タイトル以上) ・見逃し番組 (ＮＨＫオンデマンド) ・ニュース等双方向情報提供
クレアトゥールチャンネル	クーレボ	2008.4	特定コミュニティ (中国人等) のフレッツ光など光回線利用者を対象に放送サービスを提供	・多チャンネル(7ch) ・VOD (常時500タイトル)
U-NEXT	USEN	2008.11	フレッツ光契約者だけでなく一般も対象にVODサービスを提供（利用できる端末は、PC、スマホ、ゲーム機など多岐に渡る）	・VOD (約160000タイトル以上) (PC向け「GyaO」はYahoo!に統合)

(2019年12月現在)



ITU-TのIPTV関連勧告は、ITU-T SG13でアーキテクチャとサービス要求条件のY.1910とY.1901が勧告化され、NGNに関連するものとしてY.2000番台が勧告化されている。またIPTVアプリケーション勧告は、ITU-T SG16でH.700番台として策定されている。これらの勧告は日本のIPTVフォーラムがTTCと協力して勧告化を進めたものである。ITU-T勧告準拠という意味で、日本のIPTVサービスは、世界で唯一実際に使用されている国際標準準拠のIPTVサービスである。日本国内では、これらのサービスに対応した1,000万台以上のテレビが市場に出回っている。

よく使われているIPTVアプリケーション勧告としてH.721、H.762、H.770、H.750などがある。

H.750は放送用メタデータに関する規定で、日本のIPTVフォーラムが作成した仕様に基づいて作成されているところ、その仕様の主な内容はTV-Anytimeのメタデータを基盤にしたARIB-STD-B38を採用している。海外においてもDVB (Digital Video Broadcasting) 、ATSC (Advanced Television Systems Committee) 、 ATIS-IIF (Alliance for Telecommunications Industry Solutions - IPTV Interoperability Forum) などがTV-Anytimeをベースにしているため、H.750は汎用性が高いと言える。

IPTV端末 (STBあるいはテレビ受像機) を規定したH.721も、日本ではすでに1,500万台以上の端末に使われている。これもIPTVフォーラムからの提案に基づいて作成された。IPTVはIP技術やWeb技術に基づくため、地域性が強くかつベンダごとに互換性がない従来の放送装置の仕様とは異なり、国内外のベンダが汎用装置を製作している。外国のサービスプロバイダでは、中国電信がH.721準拠と公言している他、フィリピン、シンガポール、タイ、中国などでH.721を使った実証実験が行われている。

日本の取組

- ITU-TのIPTVのｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝ勧告のほとんどは日本主導で勧告化したものである。
- TTCでは、2008年にIPTV専門委員会（現在は、ﾏﾙﾁﾒﾃﾞｨｱ応用専門委員会配下のSWGに移行）を発足させ、IPTVﾌｫｰﾗﾑとの連携を図りながら、SG16のQ13、Q14へのｱｯﾌﾟｽﾄﾘｰﾑを中心に活動を行っている。また、2013年5月には、JT-Y1910(IPTVの機能ｱｰｷﾃｸﾁｬ)を、2015年2月には、JT-H780（ﾃﾞｼﾞﾀﾙｻｲﾈｰｼﾞ:ｻｰﾋﾞｽ要求条件とIPTVﾍﾞｰｽのｱｰｷﾃｸﾁｬ）を、2016年11月には、JT-H702(IPTVｼｽﾃﾑ用ｱｸｾｼﾋﾞﾘﾃｨﾌﾟﾛﾌｧｲﾙ）を国内標準化(TTC標準化)した。
- さらなる国際標準化推進には、ｻｰﾋﾞｽﾌﾟﾛﾊﾞｲﾀﾞも含めた国内ｷｬﾘｱ及び国内ﾍﾞﾝﾀﾞの連携が必要である。

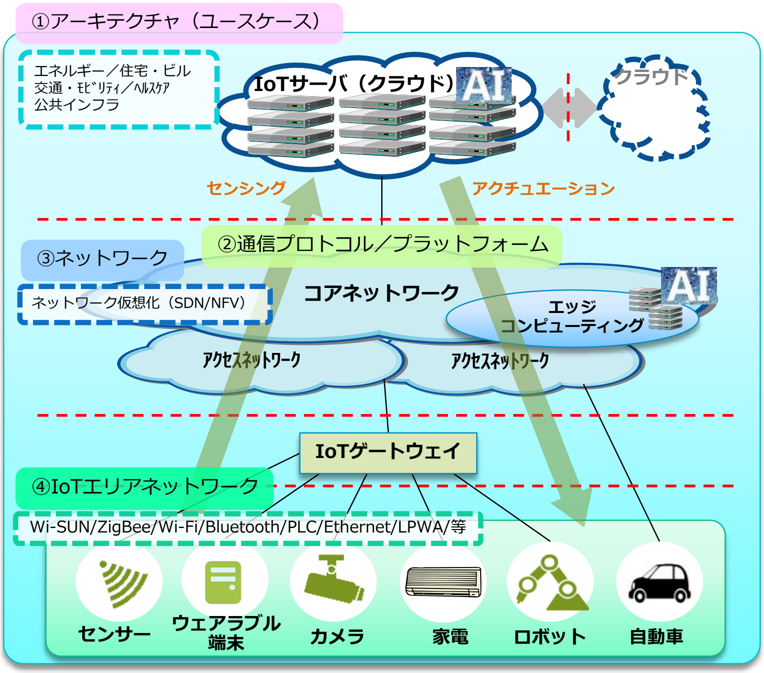
ITU-TのIPTVアプリケーション勧告の中で、日本発のものには、つぎのものがある。
H.780：（デジタルサイネージのサービス要件とアーキテクチャ）、H.721：（IPTV端末の基本モデル)、H.762：（BML/LIME）、H.740: (APイベント処理)、H.750 (放送用メタデータ)、X.1911：（セキュリティ要求項目とセキュリティアーキテクチャ）

TTCのJT-Y1910は、ITU-T SG13で標準化されたY.1910を国内標準(TTC標準)として制定（ダウンストリーム）したもので、IPTVサービス要求条件と定義に基づくIPTVサービスの実現に必要なアーキテクチャを記述している。
JT-H780は、SG16で標準化されたH.780を国内標準(TTC標準)として制定(ダウンストリーム)したもので、デジタルサイネージのサービス要求条件とIPTVﾍﾞｰｽのアーキテクチャを規定している。
JT-H702は、SG16で標準化されたH.702を国内標準(TTC標準)として制定(ダウンストリーム)したもので、IPTVシステム用のアクセシビリティプロファイルを規定している。

2020年の東京でのオリンピック、パラリンピック開催を契機に、IPTVサービスのさらなる普及を期待したい。

6-2　IoTエリアネットワーク

IoTシステムの構成例と標準化



【主な標準化機関】

①アーキテクチャ（ユースケース）

ITU-T SG20 SG16, ITU-R SG5 WP5D
JTC-1　WG10
IEEE　P2413

②通信プロトコル／プラットフォーム

one M2M　　ITU-T SG11 SG17
W3C WoT IG
IETF (6LoWPAN, CoAP)

③ネットワーク

ITU-T SG13, FG IMT-2020, ITU-R SG5 WP5D
ETSI-NFV, ETSI-MEC
3GPP (Release 13～)

④IoTエリアネットワーク

IEEE 802.15.4g/e, 802.11b/g　等
ITU-T SG15

（出典）「新たな情報通信技術戦略の在り方」に関する情報通信審議会からの第2次中間答申(2016年7月)中の図に加筆

一般にIoTシステムは、各種センサー等、データを収集するIoTデバイスと、IoTデバイスからのデータを中継、集約するIoTゲートウェイ、及び収集したデータを加工、分析し、サービスとして活用を行うIoTサーバ (クラウド) から構成される。

IoTシステムでは、各種センサーや端末等、多数のIoTデバイスからのデータを収集する場合が多く、IoTゲートウェイを設置して多数のIoTデバイスからのデータを集約するのが効率的である。このIoTデバイスとIoTゲートウェイを接続しているネットワークがIoTエリアネットワークである。

IoTエリアネットワークにおける通信方式としては、無線方式のWi-SUN, ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth、電力線を使用するPLC、ケーブルを使用するEthernet等があり、近年、データ伝送速度は遅いが低消費電力で長距離伝送が可能な無線方式であるLPWA (Low Power Wide Area) や、携帯電話ネットワークのLTE方式のIoTデバイス向け方式であるNB-IoT (Narrow Band IoT) が導入されつつある。

IoTエリアネットワークに適用可能な伝送方式は、TTC技術レポートTR-1064 (IoTエリアネットワーク向け伝送技術の概説) にまとめられている。

IoTデバイスは、そのリソース (処理能力、メモリ量等) やネットワーク環境、及び電源供給の制約が多いことから、IoTエリアネットワークからIoTサーバ間を接続する通信プロトコルとして、通常のインターネット接続で使用されるTCP/IP等を使用するのは効率が悪い。そこでIoTシステム用の通信プロトコルとして例えば6LoWPAN (IPv6 over Low-power Wireless Personal Area Networks) やCoAP (Constrained Application Protocol）といったものが標準化されている。

6LoWPANは、IPv6 プロトコルを IEEE802.15.4 無線ネットワーク上で動作させるための通信プロトコルであり、TCP/IPよりも効率がよく、低消費電力となる。

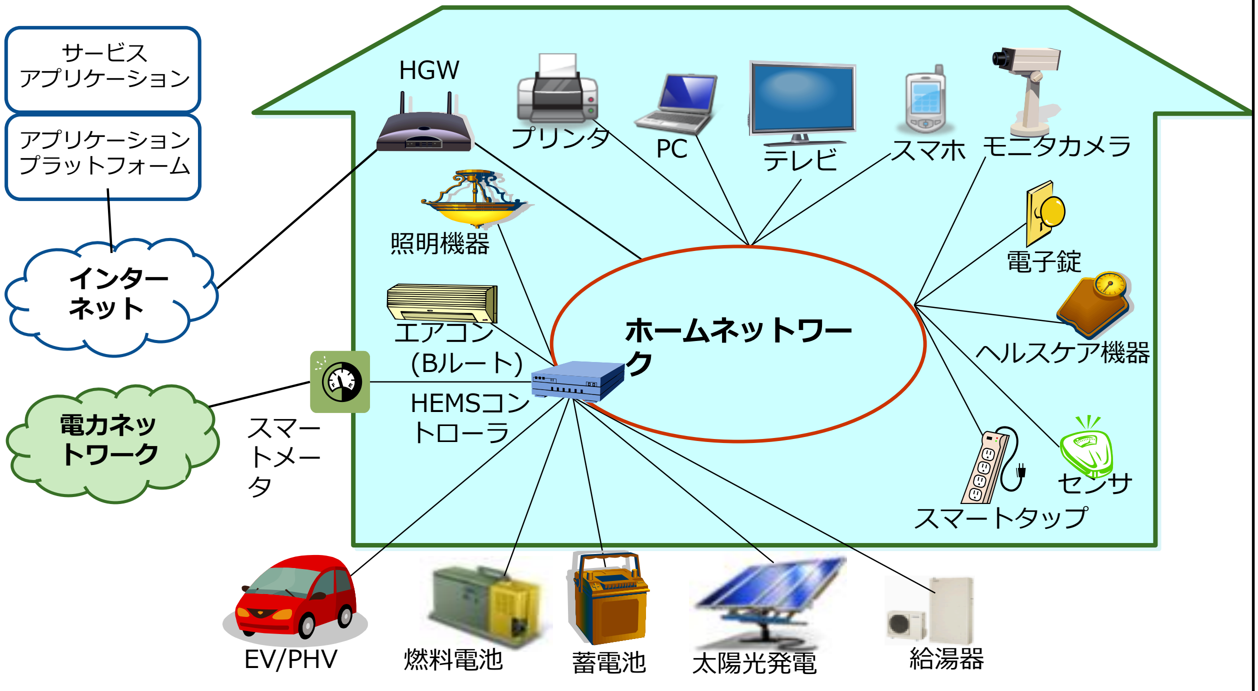
CoAPは、ネットワークでのパケットエラー率が高い等、IoTエリアネットワークのように制約が多い環境で、6LoWPANとともに使用され、効率よく、低消費電力でアプリケーションを転送するための通信プロトコルである。

IoTゲートウェイは、住宅内や事務所内に設置の場合、ホームゲートウェイとも呼ばれる。

住宅内を中心にIoTエリアネットワーク (ホームネットワーク関連) 事例を以降に紹介する。

6-2 IoTエリアネットワーク

ホームネットワークの概念図



(HEMSに着目した場合の接続構成例)

6 - 10

ホームネットワークとは、住宅内の様々な機器が接続されたネットワーク。機器をネットワークに接続し、統一的な制御により、利便性向上や省エネを図れる。ホームネットワークは、家庭内の機器を接続する通信媒体や通信機器等から構成される。ホームネットワークに接続される機器としては、パソコンやテレビ等があるが、最近では、エアコンや照明機器等の白物家電に加え、太陽光発電パネルや蓄電池等のエネルギー関連機器も含まれる。これらの機器の効率的な接続のため、ホームネットワーク関係の標準化が益々重要になっている。

現状では、ホームネットワーク関係の規格として、主にAV (Audio Visual) 系とHEMS (Home Energy Management System) 系に分類できる。AV系は、PCやテレビなどを中心とした機器の接続、HEMS系は、エネルギー関連機器を中心とした接続であり、HEMS系は、我が国では上位層の通信ﾌﾟﾛﾄｺﾙとしてECOHNET Liteが使われている。このECOHNET Liteは、2012年9月に我が国からISO/IEC JTC1に国際標準化提案を行い、2015年9月にISO/IEC14543-4-3として国際標準化された。

各電力会社では、早くは2014年からスマートメータの導入を開始しており、2017年度末では全国で約2,800万台のスマートメータが設置されている。電力会社により異なるが、2020年度から2024年度にかけて全ての家庭へのスマートメータ設置を完了予定で、その合計は約7,800万台以上である。そのスマートメータと、必要に応じて家庭内に設置するHEMSコントローラ間 (Bルートと呼ばれる) のインタフェースは、主方式としてTTC標準のJJ-300.10の方式A (920MHz帯を使用する無線方式の１つのWi-SUN方式) が、補助方式として、TTC標準のJJ-300.11 (500kHzi以下の周波数帯域を使用する狭帯域PLCであるG3-PLCを用いる電力線通信方式) が採用されている。Bルートを含む住宅内のHEMSのアーキテクチャとして日本から提案したG.9958 (Generic architecture of home networks for energy management) が2018年3月にITU-T勧告化された。TTCでは、G.9958をダウンストリームする形で、TTC標準JT-G9958 (エネルギー管理向けホームネットワークアーキテクチャ) を2018年11月に制定した。2015年度からは、電力会社による「電力メーター情報発信サービス (Ｂルートサービス)」が開始された。これは、スマートメーターで計測したデータを、ユーザ宅内のHEMSコントローラへ送信することで、HEMSコントローラでの30分毎の電気使用量や電流値等を把握できるため、省エネ化に役立つといわれている。

6-2　IoTエリアネットワーク

ホームネットワークの構成要素とプロトコル

- 通信媒体
  - 通信ケーブル：
    UTPケーブル (LANケーブル) 、光ファイバ、同軸ケーブル、電話線
  - 電力線
  - 電波
- 通信機器
  - ゲートウェイ、宅内ルータ、ブリッジ、通信機能付き端末 (パソコン等)
  - HEMSコントローラ、スマートメータ
- 通信プロトコル
  - セッション～アプリケーション層：
    ECHONET Lite、OSGi、DLNA、TR-069、・・・
  - ネットワーク～トランスポート層：
    UDP/TCP、 IPv4/v6、6LoWPAN、UPnP、・・・
  - 物理～データリンク層：
    IEEE802.15.4、IEEE802.15.4e/4g、IEEE802.11ac/ad、
    IEEE802.11b/g/n、Ethernet、PLC、MoCA、・・・

6 - 11

ホームネットワークの標準化では、構成要素である通信媒体と通信機器、及び通信機器に搭載された通信プロトコルが重要である。ここでは、ホームネットワークの構成要素と通信プロトコルの例を示す。

6-2　IoTエリアネットワーク

ホームネットワークの標準化

◆ **通信媒体**
- UTPケーブル (100BASE-TX、 1000BASE-T/TX対応)
　　・・・ JIS X 5150 (ISO/IEC 11801)
- 光ファイバ (1000BASE-SX/LX対応)　・・・JIS X 5150 (ISO/IEC 11801)
- 同軸ケーブル (衛星放送受信対応)　・・・JIS C 3502
- 電話線 (屋内用)　・・・ 日本電線工業会規格
- 電力線 (VVFケーブル)
　　・・・JIS C 3342 (使用できる周波数帯は各国の主管庁が管理)
- 無線 (電波)　・・・　使用できる周波数帯は各国の主管庁が管理

◆ **通信機器**
- ゲートウェイ、宅内ルータ、ブリッジ、通信機能付き端末 (パソコン等)
　　・・・標準化された各種通信インタフェースを使用
- HEMSコントローラ、スマートメータ
　　・・・標準化された通信インタフェースを使用

◆ **通信プロトコル (例としてHEMSの場合)**
- 上位レイヤ　・・・日本：ECHONET Lite、米国：SEP2.0、欧州：KNX、中国：KNX
- 下位レイヤ　・・・各種通信媒体、通信帯域により複数存在

6 - 12

　ホームネットワークの各構成要素及び通信プロトコルの標準化は、各種標準化機関で進められてきた。

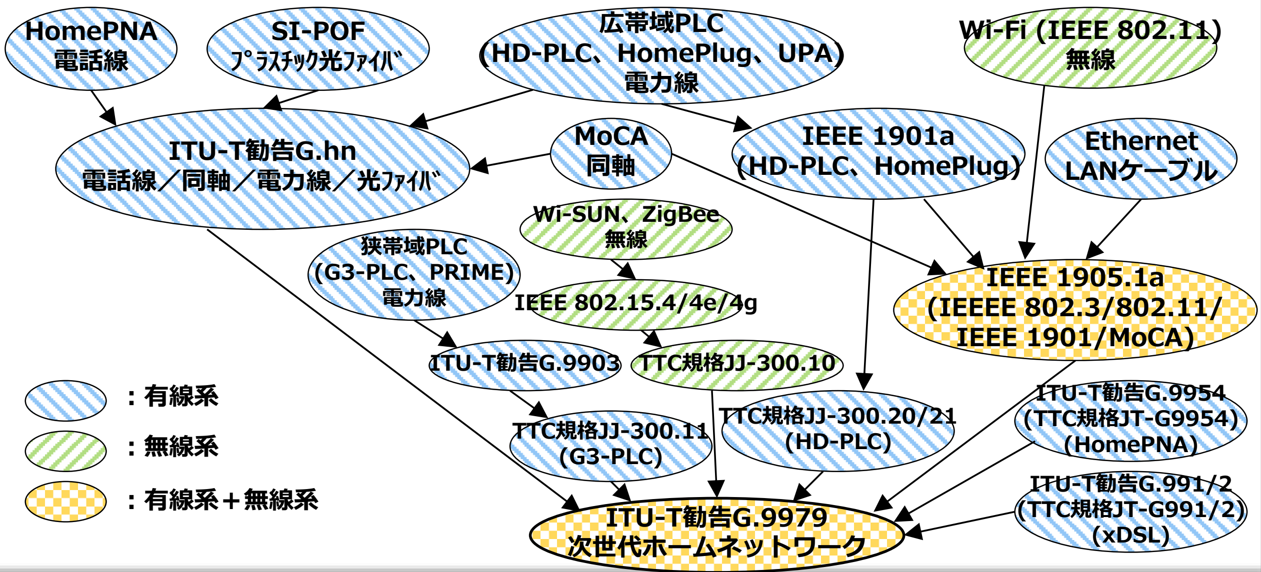
　ホームネットワークの構成要素は多岐にわたり、既存の各種通信媒体を使用して、ホームネットワークを利用したサービスを行う仕組みが検討されてきており、これまでに、パソコンやテレビを中心とするホームネットワーク機器間のAV系サービス実現のための仕組み (DLNA、OSGi等) ができている。それに続いてHEMSに関連したサービス実現のための仕組みが検討されており、既に一部の電力会社ではスマートメータを利用したサービスの提供が開始されている。

DLNA (Digital Living Network Alliance) は、家電、モバイル、及びパーソナルコンピュータ産業における異ベンダ間の機器の相互接続を容易にするための仕様を検討している標準化団体。
OSGi（Open Services Gateway initiative）Allianceは、遠隔から機器を管理するJavaベースのサービスプラットフォーム仕様を検討している標準化団体。
ECHONET Liteは、家庭内の家電機器等を接続するための通信ﾌﾟﾛﾄｺﾙで、一般社団法人エコーネットコンソーシアムにより標準化が行われてきた。

6-2　IoTエリアネットワーク

ホームネットワークの標準化動向　－PHY/MAC層の標準化1－

ITU-T及びIEEEでは、伝送媒体ごとに存在したPHY/MAC層の規格の統一化を推進中。
・ITU-T勧告G.hn (G.9960、 G.9961等) では、電話線、同軸、電力線、光ファイバをカバー。
・IEEE 1905.1aでは、イーサネット、MoCA (同軸) 、PLC (電力線) 、Wi-Fi (無線) をカバー。



6 - 13

　ITU-TやIEEEでは、ホームネットワークのPHY/MAC層の標準化を進めてきている。ITU-Tでは通信媒体として電話線、同軸ケーブル、電力線、プラスチック光ファイバに共通に適用できるITU-T勧告G.hn (G.9960、G.9961を含む一連の勧告) を制定してきている。IEEEでも、通信媒体としてLANケーブル (UTPケーブル等) 、同軸ケーブル、電力線、無線 (電波) に共通に適用できるIEEE 1905.1a規格を策定している。
　ITU-Tでは、このG.hnとG.9954（HomePNA）にIEEE 1905.1aを統合し、2014年12月にITU-T勧告G.9979として制定した。更にxDSLの規格であるITU-T勧告G.991、G.992もG.9979に含まれることになった。

　日本におけるHEMS関連では、既に導入が開始されるスマートメータに関し、スマートメータと住宅内のHEMSコントローラ間（Bルート）の通信インタフェースとして、JJ-300.10のA方式（Wi-SUN）とJJ-300.11（G3-PLC規格）が採用されている。
　また、日本におけるHEMSのアーキテクチャはTTC規格JT-G9958（ITU-T 勧告G.9958）の付録に実際の配備例として記載されている。

　TTCではITU-T勧告G.9903に関し日本向け仕様を提案し、G.9903 Amendmentとして制定されている。
また、Wi-SUNやHD-PLCは日本を本拠地とする組織 (Alliance) であり、IEEEに提案し、標準化されている。

　今後、ITU-T勧告G.hnや、IEEE 1905.1a規格、あるいはITU-T勧告G.9979を中心として、各種有線系の通信規格と各種無線系の通信規格を組み合わせることで、より便利な次世代ホームネットワークの実現が期待される。

6-2　IoTエリアネットワーク

ホームネットワークの標準化動向　－PHY/MAC層の標準化2－

規格名	伝送速度（スループット）	マルチポイント対応	使用ケーブル			
			同軸ケーブル（2芯）	電力線（2芯）	電話線（2芯）	Ｅｔｈｅｒケーブル（8芯）
G.hn	800Mbps (同軸) 300Mbps (電力線)	○	○	○	○	○
Home-Plug AV	30Mbps	○		○		
HD-PLC	240Mbps					
UPA	200Mbps					
MoCA 2.0	800Mbps	○	○			
HPNA 3.1	250Mbps	○	○		○	
Ethernet	1Gbps	× 要HUB				○

・G.hnでは既存の配線をそのまま使用できる

6 - 14

　ITU-T勧告G.hnと、電力線、同軸ケーブル、電話線、イーサネットを用いた各規格の仕様(伝送速度、マルチポイント対応、使用ケーブル)の比較表を示す。

マルチポイント対応：機器の1対1の接続だけでなく、1対Nの複数の機器との接続への対応性のこと。

6-2 IoTエリアネットワーク

日本の取組 (1) －通信プロトコルの標準化－

TTCではスマートハウス関連 (HEMS) で、920MH z 帯無線と狭帯域PLCについて、それぞれJJ-300.10、JJ-300.11として標準化。広帯域PLCを適用するため、JJ-300.20、及びその間欠動作拡張としてJJ-300.21を標準化。これらの成果をJSCA (ｽﾏｰﾄｺﾐｭﾆﾃｨ・ｱﾗｲｱﾝｽ) にも入力。

層	Ethernet	G.hn	JJ-300.20 JJ-300.21	JJ-300.11	Wi-Fi	Bluetooth	JJ-300.10	
5-7	ECHONET Lite							第2層の上にECHONET Lite
4	UDP/TCP			UDP	UDP/TCP			
3	IPv4 IPv6			IPv6 6LowPAN	IPv4 IPv6		IPv6 6LowPAN	
2	IEEE 802.3 ファミリ	G.9961 G.9972	IEEE 1901	ITU-T G.9903	IEEE802.11 ファミリ	IEEE802.15.1 ファミリ PANﾌﾟﾛﾌｧｲﾙ	IEEE 802.15.4 IEEE 802.15.4e/g	
1	IEEE 802.3 ファミリ	G.9960 G.9963 G.9964 G.9972	IEEE 1901	ITU-T G.9903	IEEE802.11 ファミリ	IEEE802.15.1 ファミリ	IEEE 802.15.4 IEEE 802.15.4e/g	
媒体	UTP 光ファイバ		電力線		電波 (2.4/5GHz)	電波 (2.4GHz)	電波 (920MHz)	

日本のHEMSにおいて、OSIの参照モデルにおける第5層以上 (セッション層～アプリケーション層) の標準プロトコルはECHONET Liteとすることが決定された (2012年2月)。

TTCではHEMSに適用できる第4層以下のプロトコルの標準化を行っており、通信媒体として920MHz帯の無線を用い、第1層、第2層としてIEEE 802.15.4/4e/4gを使用する標準としてJJ-300.10、通信媒体として電力線を用い、第1層、第2層としてITU-T勧告G.9903 (狭帯域PLC) を使用する標準としてJJ-300.11、通信媒体として電力線を用い、第1層、第2層としてIEEE 1901を使用する標準としてJJ-300.20/21を制定している。
TTCはこれらの成果を、JSCA (スマートコミュニティ・アライアンス) にも入力している。

日本の各電力会社のスマートメータとHEMSコントローラ間（Bルート）の下位層通信インタフェースは、その主方式として920MHz帯を使用するJJ-300.10の方式A（Wi-SUN）が、補助方式として電力線で狭帯域PLCを使用するJJ-300.11が採用されている。

OSI参照モデル : OSI (Open Systems Interconnection 開放型相互接続) 参照モデルは、国際標準化機構 (ISO) によって策定された、コンピュータの持つべき通信機能を階層構造に分割したモデルであり、通信機能（通信プロトコル）を7つの階層に分けて定義している。
第7層 - アプリケーション層、第6層 - プレゼンテーション層、第5層 - セッション層、第4層 - トランスポート層、第3層 - ネットワーク層、第2層 - データリンク層、第1層 - 物理層と定義されている。

6-2　IoTエリアネットワーク

日本の取組 (2) –TTCのHEMS関連の標準類 ①–

標準化対象・内容	標準番号	標準のタイトル　＜概 要・補足＞
ECHONET Liteの下位層通信ｲﾝﾀﾌｪｰｽの実装ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ	TR-1043	ホームネットワーク通信インタフェース実装ガイドライン ＜国際標準であり、その下位層プロトコル上に、ECHONET Liteを搭載する場合のプロトコルスタックが規定できるものを記載＞
通信媒体として920MHz帯無線使用時の規格	JJ-300.10	ECHONET Lite向けホームネットワーク通信インタフェース (IEEE802.15.4/4e/4g　920MHz帯無線)
通信媒体が電力線で、狭帯域OFDM PLC使用時の規格	JJ-300.11	ECHONET Lite向けホームネットワーク通信インタフェース (ITU-T G.9903　狭帯域OFDM PLC)
通信媒体が電力線で、広帯域Wavelet OFDM PLC使用時の規格	JJ-300.20	ECHONET Lite向けホームネットワーク通信インタフェース (広帯域 Wavelet OFDM PLC (「HD-PLC」))
	JJ-300.21	ECHONET Lite向けホームネットワーク通信インタフェース (広帯域 Wavelet OFDM PLC (「HD-PLC」) 省電力化用拡張機能)
TR-1043に記載の各伝送技術の実装にて利用可能な低位ﾚｲﾔのｾｷｭﾘﾃｨ技術を記述	TR-1051	ＨＥＭＳ下位層プロトコルに対応するセキュリティ機構
JJ-300.10方式A、JJ-300.11をBﾙｰﾄに適用する際のｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ	TR-1052	HEMS-スマートメーター（Bルート）通信インタフェース実装詳細ガイドライン
HEMS等に適用可能な各種有線・無線の伝送技術概要紹介	TR-1044	ＨＥＭＳ等に向けた伝送技術の概説 ＜最新版は本文書を基にIoTエリアネットワークまで対象を拡張したTR-1064(IoTエリアネットワーク向け伝送技術の概説)＞

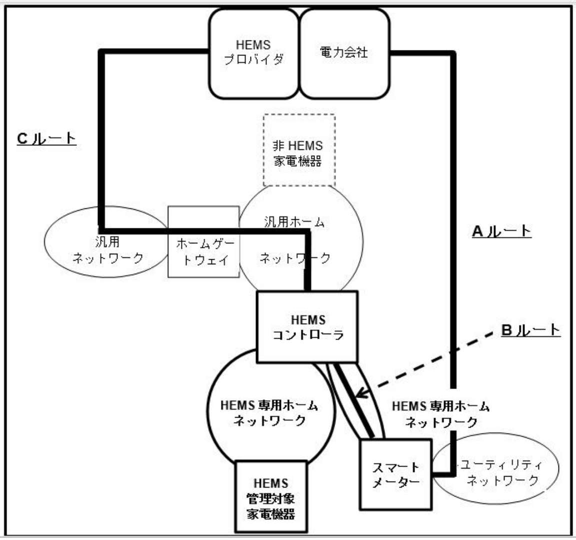
6 - 16

TTCのIoTエリアネットワーク専門委員会（旧：次世代ホームネットワークシステム専門委員会）では、スマートIoT推進フォーラムの技術・標準化分科会や、ECHONETコンソーシアム、HD-PLCアライアンス、Wi-SUN Alliance、ZigBee Alliance等と連携して、HEMSやホームネットワークを含むIoTエリアネットワークに関した標準類の検討、作成、制定を行っている。

6-2　IoTエリアネットワーク

日本の取組 (3) –TTCのHEMS関連の標準類 ②–

標準化対象・内容	標準番号	標準のタイトル　＜概 要・補足＞
家庭にエネルギー管理を導入するためのホームネットワークの構成および要件を規定	JT-G9958	エネルギー管理向けホームネットワークアーキテクチャ ＜本文書の付録として「日本における実際の配備事例」を記載しており、その中でスマートメーターを中心とするサービスルートである「Aルート」、「Bルート」、「Cルート」を説明 ＞・・・下図参照



　住宅内のHEMSのアーキテクチャとして日本からITU-T SG15にG.9958（Generic architecture of home networks for energy management）を提案し、2018年3月にITU-T勧告として国際標準化された。このG.9958の付録に日本における配備例として「Bルート」等を記載した。TTCでは、このG.9958をダウンストリームする形で、TTC標準JT-G9958（エネルギー管理向けホームネットワークアーキテクチャ）を2018年11月に制定。

6-2　IoTエリアネットワーク

日本の取組 (4) –TTCのIoTｴﾘｱﾈｯﾄﾜｰｸ関連の標準類 ① –

標準化対象・内容	標準番号	標準のタイトル　<概 要・補足>
IoTエリアネットワーク（HEMSを含む）に適用可能な各種有線・無線の伝送技術概要紹介	TR-1064	IoTエリアネットワーク向け伝送技術の概説 <本文書は、TR-1044（ＨＥＭＳ等に向けた伝送技術の概説）の記述を最新化するとともに、IoTエリアネットワーク向け伝送技術を追加したもの >
橋梁モニタリングにおける加速度センサの情報モデルを定義	JJ-300.30	橋梁モニタリング用加速度センサの情報モデル及び低消費電力無線通信における動作 <加速度センサーの動作に関連する情報の要件、関係性、規則、操作などを規定 >
低消費電力無線技術を利用した橋梁モニタリングシステムを構成する装置類やエリアネットワークに求められる要件を記述	TR-1066	橋梁モニタリングのための低消費電力無線通信方式ガイドライン <本ガイドラインで記載の装置類で扱う情報モデルはJJ-300.30で規定 >

6 - 18

TTCのIoTエリアネットワーク専門委員会では、スマートIoT推進フォーラムの技術・標準化分科会等と連携して、oneM2M等の関連組織の動向も参照しつつ、IoTエリアネットワークに関した標準類の検討、作成、制定を進めている。

6-2　IoTエリアネットワーク

日本の取組 (5) –TTCのIoTｴﾘｱﾈｯﾄﾜｰｸ関連の標準類 ② –

標準化対象・内容	標準番号	標準のタイトル　＜概 要・補足＞
ﾎｰﾑﾈｯﾄﾜｰｸに接続された機器とﾎｰﾑﾈｯﾄﾜｰｸの接続構成を把握するためのプロトコル	JJ-300.00	ホームネットワーク接続構成特定プロトコル
	JJ-300.01	端末区分情報リスト　＜JJ-300.10のプロトコルにて使用する各種端末、ﾈｯﾄﾜｰｸ機器の端末区分情報を記述＞
JJ-300.00に関し、ｲｰｻﾈｯﾄ以外のﾃﾞｰﾀﾘﾝｸ層への対応や、通信障害切り分け用機能等を機器に実装する際に参考となる事項	TR-1061	JJ-300.00機能実装ガイドライン～非イーサネットデータリンク層、複数LLDPDU、障害切り分け情報対応～
通信媒体は電話線、同軸ケーブル、電力線とし、これらに共通して使用できる送受信器の規格及び、共存メカニズムの規格	JT-G9960	統合高速有線ホームネットワーク送受信器 (システムアーキテクチャ) (物理層)
	JT-G9961	統合高速有線ホームネットワーク送受信器 (データリンク層)
	JT-G9972	有線ホームネットワーク送受信器　共存メカニズム

JJ-300.00「ホームネットワーク接続構成特定プロトコル」については、ITU-TのSG15に提案し、 2011年10月にITU-T 勧告G.9973 (Protocol for identifying home network topology) として国際標準化されている。また、JJ-300.00を2017年5月に第3版化し、その改版内容をSG15に提案し、2017年8月にG.9973も更新された。

6-2　IoTエリアネットワーク

日本の取組 (6) –TTCのIoTｴﾘｱﾈｯﾄﾜｰｸ関連の標準類 ③ –

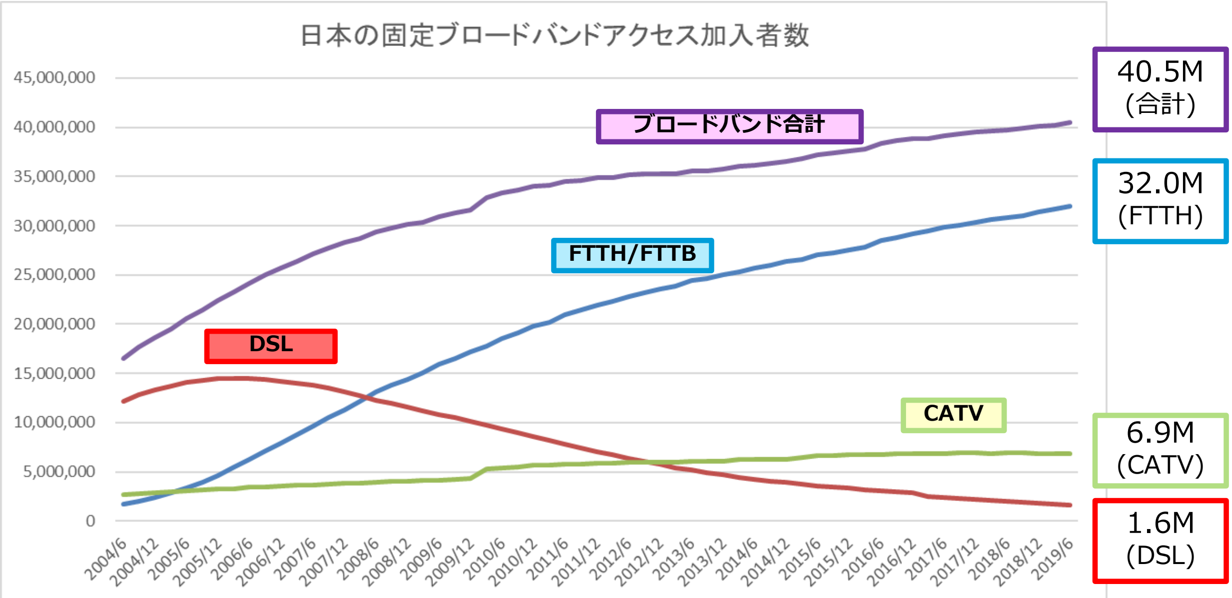
標準化対象・内容	標準番号	標準のタイトル　<概 要・補足>
HEMSやﾎｰﾑﾈｯﾄﾜｰｸｻｰﾋﾞｽを実現するための機能要件やｱｰｷﾃｸﾁｬを規定	JT-Y2070	HEMSとホームネットワークサービスの要件とアーキテクチャ
JT-Y2070の元となった文書	TR-1046	ホームネットワークサービスを実現するサービスプラットフォーム
ｻｰﾋﾞｽの障害に遠隔から対応するために必要な機能を記述	TR-1053	サービスプラットフォームにおけるカスタマサポート機能
TR-1053の近距離無線の場合	TR-1057	ホームネットワークにおけるカスタマサポート機能ガイドライン
JT-Y2070を前提としてﾊﾟｰｿﾅﾙﾃﾞｰﾀを利活用するための機能	TR-1059	ホームネットワークにおけるパーソナルデータ利活用機能要件
IEC 62608パート2（＊1)に記載されるﾎｰﾑﾈｯﾄﾜｰｸの設定方式に関し、詳細なﾕｰｽｹｰｽを記述	TR-1062	ホームネットワークサービスにおけるカスタマサポートユースケース

＊1： IEC 62608パート2 : Multimedia home network configuration - Basic reference model – Part 2: Operational model

JT-Y2070は、 ITU-TのSG13に提案し、2015年1月にITU-T勧告Y.2070 (Requirements and architecture of home energy management system and home network services) として国際標準化（その後Y.2070は番号が変更され、Y.4409となった）されたものをダウンストリームしてTTC標準として制定したものである。

6-3　光アクセスシステム

光アクセスシステムの市場動向



ブロードバンドサービス等の契約数の推移 (四半期) (総務省) のデータより
(http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/tsuushin02.html)

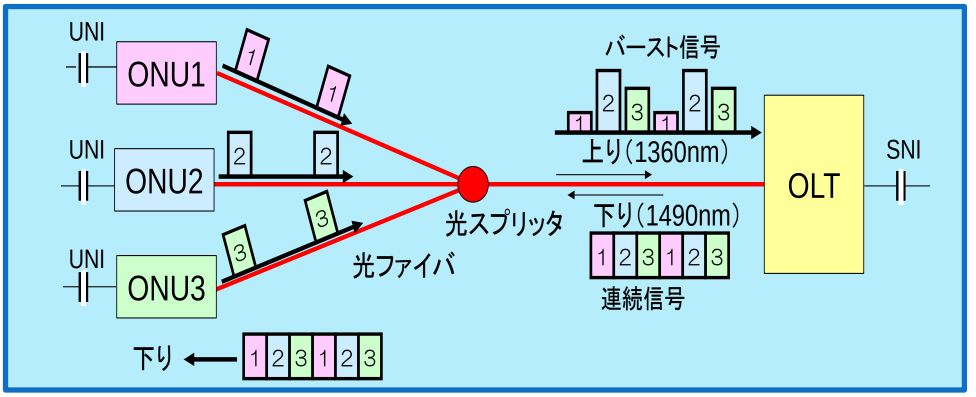
6 - 21

グラフのデータは、ブロードバンドサービス等の契約数の推移 (総務省) のデータ
(http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/tsuushin02.html) より。

日本の固定系ブロードバンド契約数 (FTTH/FTTB, DSL, CATVの合計値) は、2019年6月で約4052万である。
2006年頃はDSLがピークで、ブロードバンド全体の約60%を占めていた。
その後、FTTH/FTTB化が進み、現在ではFTTH/FTTBが約79%を占めている。

光アクセスシステムの技術

- 光アクセスシステムは、局舎の1台のOLT (Optical Line Terminal) から光スプリッタを介して、複数の加入者のONU (Optical Network Unit) と通信するPoint to Multipoint型のPON (Passive Optical Network) システムが主力である。
- 10Gbps速度まで標準化・実用化されており、現在さらなる高速化が検討されている。



PONシステムの構成例

UNI:User Network Interface
SNI:Service Node Interface

光アクセスシステムは、大別して局側装置と加入者側装置が1対1で接続されるPoint to Point型と、1台の局側装置に複数の加入者側装置が接続されるPoint to Multi-Point型に大別される。
Point to Multi-Point型光アクセスシステムのうち、分岐素子として受動素子である光スプリッタを使うシステムを特にPON (Passive Optical Network) システムと呼び、現在の光アクセスシステムの主力となっている。

光アクセスシステム標準化動向

◆ 光アクセスシステムには、2系統の標準
- ITU-T :多重化収容のGTCフレームでイーサネット、TDM、電話サービス
- IEEE :Gigabit Ethernetフレームでイーサネット系サービス

ITU-TとIEEEのPON標準

項目	ITU-T系　PON仕様	IEEE系　PON仕様
標準組織	ITU-T SG15 Q2	IEEE P802.3
PON仕様	B-PON　(G.983シリーズ) G-PON(G.984シリーズ) XG-PON(G.987シリーズ)	1G-EPON (802.3ah) (日本での俗称はGE-PON) 10G-EPON (802.3av)
運用システム	OMCI (G.988)	SIEPON (1904.1)
伝送フレーム	GEMという多重化収容方式を適用したGTCフレームベース	ギガビットイーサネットフレームベース
適用サービス	フルサービス (イーサネット,TDM,POTS)	イーサネット系サービス

SIEPON : Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Networks
OMCI: ONU Management and Control Interface
GEM: G-PON Encapsulation Method
GTC: G-PON Transmission Convergence
POTS: Plain Old Telephone Service

光アクセスシステムには、ITU-T系とIEEE系の2系統の標準がある。

ITU-Tは、イーサネット、TDM、電話サービスなど全てのサービスを対象とし、GEM (G-PON Encapsulation Method) という多重化収容方式を適用したGTC (G-PON Transmission Convergence) フレームをベースとした方式である。

IEEEは、イーサネット系サービスを対象とし、伝送フレームにGigabit-Ethernetのフレームをベースとしたものである。

この2系統のPONの標準の表を示す。

B-PON : Broadband - PON (Passive Optical Network)
G-PON : Gigabit - PON
XG-PON : 10Gigabit - PON

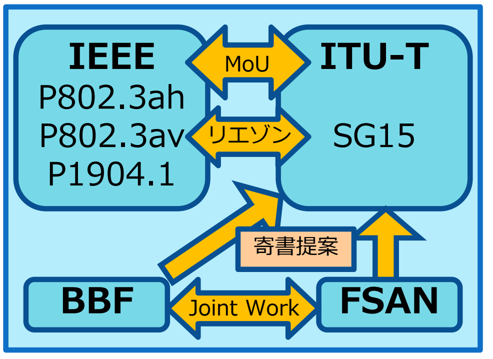
1G-EPON : 1Gigabit - Ethernet Passive Optical Network (EPON)
→日本では、1G-EPONをG-PONと対比するものとしてGE-PON (Gigabit Ethernet - PON)と呼ぶことがある。
10G-EPON : 10Gigabit - EPON

6 - 23

光アクセスシステムの標準化組織

◆ITU-Tと外部SDOの連携
- FSAN (Full Service Access Network)
  - 1995年設立、通信キャリア中心
  - キャリア要件をまとめ、ITU-Tへ提案
- BBF (Broadband Forum)
  - ITU-Tと相互運用性で連携

◆IEEEでの物理とシステム仕様
- IEEE802.3:物理仕様
- IEEEP1904.1:システム相互運用



PON標準化関連組織の相関マップ

ITU-Tの勧告草案審議の迅速化を目指して、1995年に世界の通信キャリアを中心となり、FSAN (Full Service Access Network) という標準化団体を立ち上げた。
FSANで、PONの要件などの仕様を先行して議論し、FSANで取りまとめた案をFSANメンバがITU-Tへ寄書提案することで、ITU-Tの勧告化を早めている。

また、アクセスシステムは国や地域ごとの通信路設備状況で要件が微妙に異なることから、国際標準ではOption規定が設けられることが多々ある。そのため、Optionのとり方でOLT-ONUがうまく接続できない場合がある。この相互運用性の問題にいち早く直面したのがDSLで、DSL標準を作成していたSG15 Q4では、DSL Forum (BBFの前身) と連携し、局側装置と加入者側装置の標準仕様への適合性や相互運用性を検証するための試験手順の標準化を実施し、課題を乗り切った。PON標準を扱うITU-T SG15 Q2もBBFと連携して、標準適合性及び相互運用性を検証する標準勧告を作成している。

IEEEのEPONは、IEEE 802.3で物理仕様が標準化されているが、システムレベルは、通信キャリアにより自社ネットワークに最適化されるため、キャリア毎に仕様が異なっている。装置ベンダにとっては、キャリア毎に異なる装置となり、量産化が難しくなる。これは、EPONを国際的に普及させる上で問題であるため、システム仕様の標準化が提案された。Ethernet物理仕様の標準化委員会である802.3委員会とは別に、IEEE-SA直下に1904.1プロジェクトを2009年に立ち上げ、EPONのシステム仕様標準化を開始した。1904.1プロジェクトが作成する仕様はSIEPON (Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Networks) と呼ばれている。

6-3　光アクセスシステム

日本の対応　– 1G-EPONを主導 -

- ◆ 世界初のPON国際標準：ITU-T B-PON (Broadband-PON) (1998年10月)
  - ➢ ATMベースでコア網と整合するが、ホームネットワークのEthernetへは変換コスト大
- ◆ GigabitのPONの検討 (2000年～2001年)
  - ➢ EthernetベースのPONを提案
  - ➢ FSANでは受け入れられず、IEEE802.3へ提案
- ◆ IEEE802.3ah(1G-EPON)
  - ➢ EFM (Ethernet in the First Mile) を提唱(2001年3月)
  - ➢ 日本主導で標準化を推進、標準化 (2004年6月)
- ◆ 日本市場で1G-EPONが普及
- ◆ IEEE802.3av(10G-EPON)：日本主導で標準化 (2009年9月)

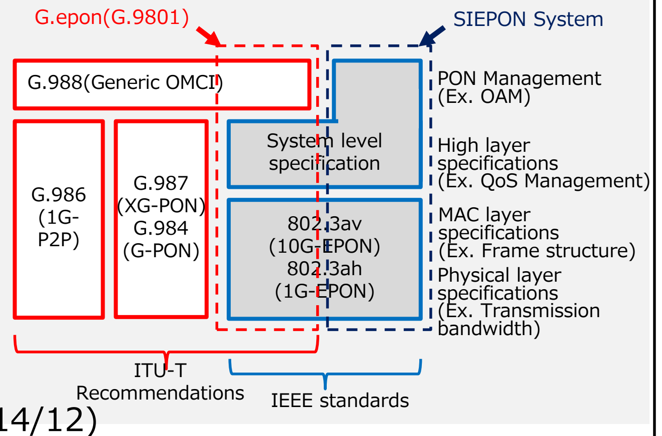
6 - 25

世界初のPONシステムの国際標準は、FSAN主導でITU-Tに提案され、1998年10月にG.983：B-PON (Broadband PON) として勧告化された。
B-PONはATMベースでコア網と親和性があるものの、ホームネットワークで主流のEthernetへの変換コストが大きいという欠点があった。
日本では、Gigabitクラスの次期PONシステム検討では、ホームネットワークと親和性の高いEthernetベースのPONをFSANに提案したが受け入れられず、IEEE 802.3へEthernetベースのPONを提案した。
家からネットワークへの最初の1マイルを担当する1GbpsクラスのEthernetインタフェースとして、EFM (Ethernet in the First Mile) を提唱し、IEEE 802.3ahを設立した。
日本主導で標準化を進め、2004年6月に標準化した。
日本では1G-EPON (GE-PON)が、FTTHを支える基幹技術として普及している。
また、IEEE 802.3avの10G-EPONも日本主導で2009年9月に標準化した。

ATM (Asynchronous Transfer Mode:非同期転送モード) は、53バイトの固定長のデータであるセルを基本的な通信の単位とする通信プロトコルである。

日本の対応 - G.epon、SIEPON -

- ◆ 1G-EPONの海外展開における課題
  - ➢ FTTH化が進んだ日本、中国でEPONが普及し、当初はEPON優位
  - ➢ デジュール標準、システム相互運用性でG-PON優位
  - ➢ 中国のG-PON化など1G-EPONの価格優位性低下
- ◆ G.epon標準化推進 (2011年～2014年)
  - ➢ 物理層:IEEEのEPON
  - ➢ 管理層：ITU-TのOMCI
  - ➢ 日本よりITU-Tへ提案
    - ■ G.9801として勧告化 (2013/8)
    - ■ 2014/12 相互接続性試験仕様 (Implementers' Guide)も制定
- ◆ SIEPON標準化推進(2009年～2014年)
  - ➢ EPONのシステムレベル規定
    IEEE 1904.1を標準化 (2013/6)
  - ➢ 適合性試験規定の制定
    IEEE 1904.1 Conformance (2014/12)



ITU-T　G.epon (G.9801) の位置付け

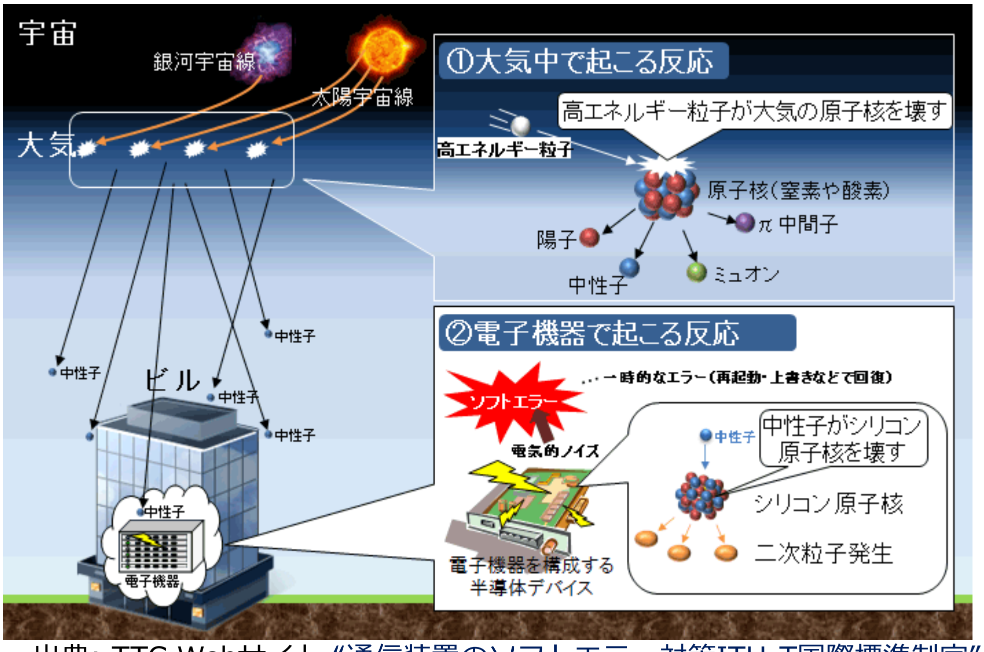
◆ 1G-EPONの海外展開における課題
光アクセスが普及した日本や中国がIEEEの1G-EPONを採用したため、市場シェアではEPONが優位であった。
IEEEの1G-EPONは価格的にもITU-TのG-PONに比べ優位であったが、デジュール標準でないことから途上国での1G-EPON採用は進まなかった。
また、2009年にBBFでITU-T標準のG-PON装置の適合性試験仕様 (WT-247) が完成するなど、G-PONの標準化が進んだ。
また、G-PONは、Ethernet FrameをそのままG-PON　Frameに載せられるため、ATMベースであったB-PON時のATM⇔Ethernetの変換の問題も発生しない。
その後、G-PONを採用するキャリアが増え、中国でも今後G-PONに切り替えることが決まった。
2011年にはG-PONの出荷台数が1G-EPON出荷台数を超えた。
1G-EPON装置を持つ日本ベンダは、日本市場はFTTH化が進み飽和状態であるため、海外への1G-EPON装置の展開を進める。
しかし、デジュール標準、システム相互運用性の面で1G-EPONはG-PONに劣ってしまい、1G-EPONの海外展開は進まない状況となった。

◆ G.epon
日本のベンダ、キャリアは、IEEEのEPONをITU-T標準化してデジュール標準化を目指した。
ITU-T G.epon (G.9801)の位置付けの図に示す様に、G.eponでは、速度などの1)物理層の規定 (Physical　layer specification)、2)転送フレーム構成などのMAC層の規定(MAC layer specification)、3)品質の管理の高次層の規定 (High layer specification) 及び、4)OAMなどのPON管理層の規定 (PON management)が記載されている。
1)～3)までの物理層は、IEEEのEPON仕様であり、4)の管理層はITU-TのOMCI仕様を適用したものである。
ITU-T SG15 Q2に日本ベンダ、キャリアより物理層と管理層を含めたシステムレベルの仕様を提案し、2013年8月にG.9801としてITU-T勧告化された。さらに、G.9801 (G.epon)の相互接続性試験仕様 (G.9801 Implementers' Guide) も日本より提案し2014年12月に作成された。

◆ SIEPON (Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Networks)
前の標準化動向のページでSIEPONについて紹介したが、EPON普及にはシステムレベルの標準化が必要で、日本からもSIEPONを検討しているIEEE P1904.1へ副議長を出し、積極的に提案し、IEEE 1904.1を2013年6月に制定し、その適合性試験規定のIEEE 1904.1 Conformance 01,02,03を2014年12月に制定している。

6-4　通信装置のソフトエラー対策

宇宙線による通信装置のソフトエラー



出典: TTC Webサイト "通信装置のソフトエラー対策ITU-T国際標準制定"
(https://www.ttc.or.jp/topics/20181122)

近年、宇宙線によって生じる中性子線によるソフトエラーが地上で使用する通信機器でも増加しつつあります。ソフトエラーとは、永久的に半導体デバイスが故障してしまうハードエラーとは異なり、電気的ノイズによって発生する故障で、通信機器に搭載するメモリ回路やロジック回路においてデータのビット反転を引き起こし、システムを停止させる現象です。保存されているデータが一時的に書き換わることで誤動作やシステムダウンを引き起こす可能性がある一方で、再起動・上書きで回復してしまい、事象の再現や原因特定が困難と言われています。発生すると利用者に多大な影響を及ぼす可能性がありますが、運用者にとっても原因究明・対策が大きな負担となる場合があります。通信機器では、このような故障も想定して通信サービスに影響を及ぼさないように設計しますが、ソフトエラーを再現させることが困難であるため、開発段階で十分な検証をすることができませんでした。
しかしながら、最近、小型加速器中性子源を用いて通信機器のソフトエラーによる影響を測定することができるようになりました。本試験を実施することにより、事前にソフトエラーの影響を把握でき、改善を行った上で製品を販売する、実運用ネットワークへ通信機器を導入するということもできるようになってきました。開発・導入段階でのソフトエラー対策により、大幅な通信品質の向上をはかることも可能となりますが、その手法・評価について指標となる基準が求められていました。

6-4　通信装置のソフトエラー対策

ソフトエラー発生による問題

出典: “通信装置のソフトエラーの概要と標準化動向” TTCセミナー (2016年4月14日)

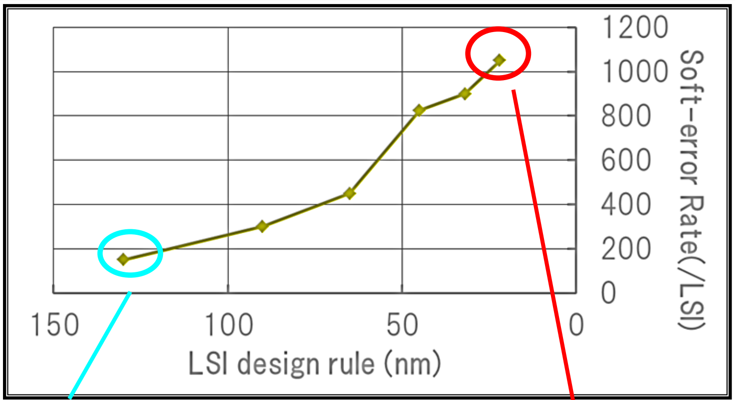
6 - 28

① 未再現故障
　ソフトエラーにより警報が発生し、装置故障と判断し、装置パッケージを交換し、故障と判断したパッケージを検査しても正常動作し、問題なしとなる。

②サイレント故障
　ソフトエラーにより通信障害が発生しても、警報通知がなく、異常個所が判断できない。

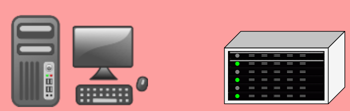
6-4　通信装置のソフトエラー対策

ソフトエラーの増大



昔
衛星や航空機で問題に・・・

現在
地上の機器でも問題に・・・



出典: “通信装置のソフトエラーの概要と標準化動向” TTCセミナー (2016年4月14日)

これまでは、衛星や航空機でしか問題になっていませんでしたが、半導体デザインルールの微細化により地上の電子機器においてもソフトエラー発生率が急増しており、旧来のハード故障（実力値）に比べてソフトエラーによる故障返却数の割合が多くなってきている。

それに伴い、主信号断の増加、サイレント故障の増加が顕著になりキャリアネットワークで大きな問題となっている。
しかしながら、ソフトエラーは自体は物理故障ではないので、対策によって回復することができ、どこまで対策して減らすかの基準が必要となる。

6-4　通信装置のソフトエラー対策

通信装置のソフトエラー対策の標準化活動開始

TTC (情報通信技術委員会)

EMC標準化等を扱うTTCの伝送網・電磁環境専門委員会に「通信装置のソフトエラーに関する標準化Adhoc」を開設。
国内キャリア、通信機器ベンダ、FPGAベンダ）と検討開始。
(2015年8月)

ソフトエラー対策標準化検討を提案

ITU-T SG5 (環境、気候変動と循環経済)

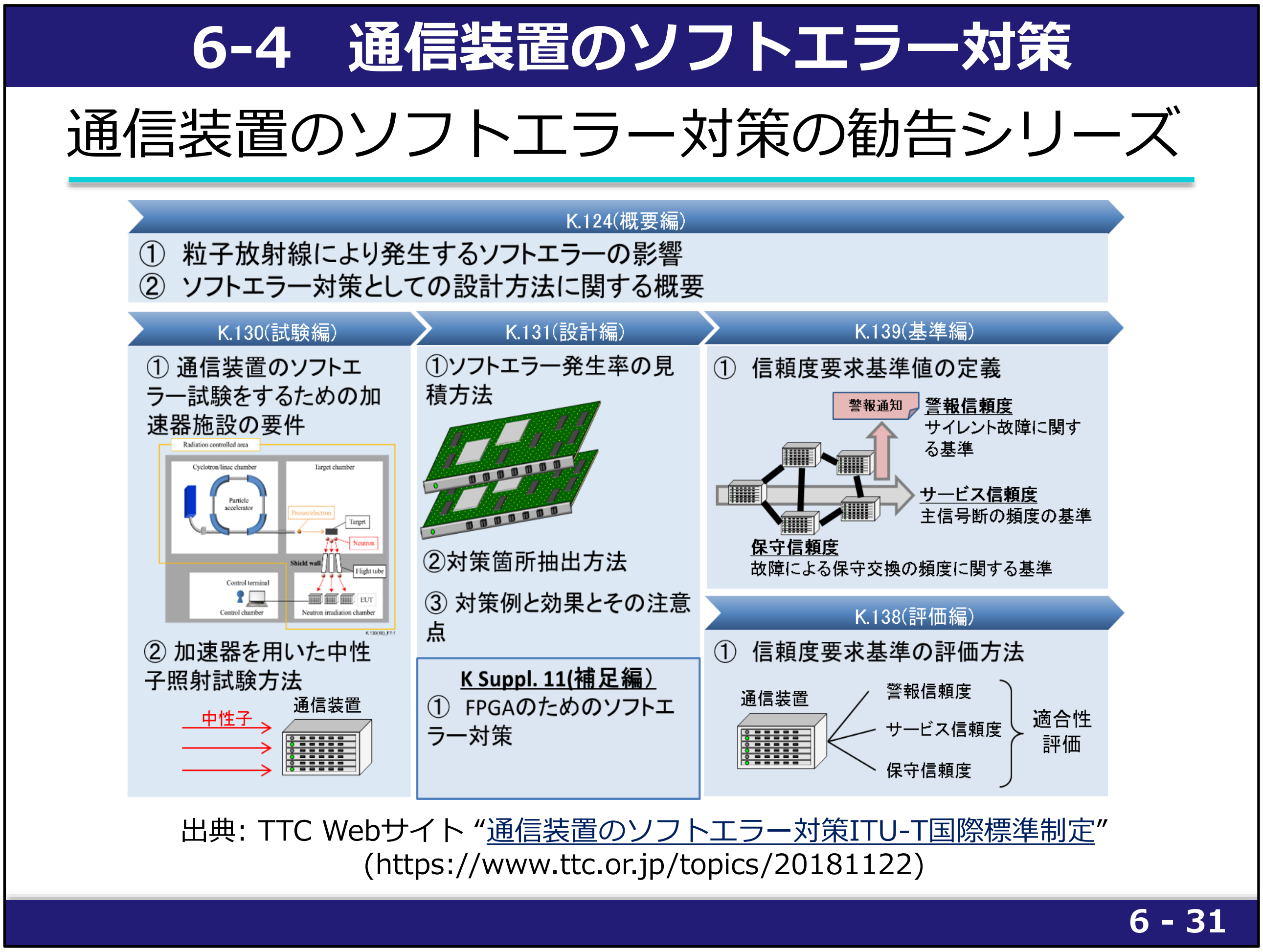
EMCなど環境を扱うITU-T SG5にてソフトエラー対策に関する新規標準化を提案し、勧告化作業開始が合意。
(2015年10月)

ソフトエラーにより、主信号断の増加、サイレント故障の増加が顕著になりキャリアネットワークで大きな問題となっていることから、2015年8月に国内キャリア、通信機器ベンダー等でソフトエラー対策のための標準化を検討する "通信装置のソフトエラーに関する標準化Adhoc" をTTCの伝送網・電磁環境専門委員会内に設置し、検討を開始した。

TTC 伝送網・電磁環境専門委員会ウェブサイト
(https://www.ttc.or.jp/activities/wg/nni_uni)

通信の国際標準化を行っているITU-Tでは、宇宙線など放射粒子に関係する標準化は検討されていなかった。
電磁波や環境の通信等への影響を検討しているITU-T SG5にソフトエラーの問題を提起し、2015年10月にソフトエラー対策の標準化を新検討課題として検討開始が合意された。
ITU-T SG5 Q.5 (電磁界と粒子放射線からのICTシステムのセキュリティと信頼性)で検討されている。

ITU-T SG5 Webサイト (https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/05/Pages/default.aspx)



K.124 （概要編）通信装置の粒子放射線影響の概要
①粒子放射線により発生するソフトエラーの影響
②ソフトエラー対策としての設計方法に関する概要

K.130 （試験編）通信装置のソフトエラー試験法
①通信装置のソフトエラー試験をするための加速器施設の要件
②加速器を用いた中性子照射試験方法

K.131 （設計編）通信装置のソフトエラー対策設計法
①使用部品や装置構成に基づいたソフトエラー発生率の見積り方法
②ソフトエラー対策が必要な個所を抽出する方法
③具体的なソフトエラー対策設計法の例とその効果・対策設計時の主な注意点

K.139 （基準編）通信装置の粒子放射線影響の信頼性要求基準
①ソフトエラーによる保守交換頻度、主信号断頻度、サイレント故障が発生しない確度に関する基準値の定義

K.138 （評価編）粒子放射線検査に基づく対策のための品質推定方法とアプリケーションガイドライン
①K.130(試験編)に記載の中性子照射試験で得た結果をもとに、K.139(基準編)に定義されている通信装置のソフトエラーに対する各信頼度規定が満たされているかを評価する方法

（補足編）K Suppl. 11　FPGAのためのソフトエラー対策
①ソフトエラー対策設計を実装する上で特に重要なFPGA（Field programmable gate array）のソフトエラー対策例

6-4　通信装置のソフトエラー対策

通信装置のソフトエラー対策の勧告化状況

勧告番号	略称	タイトル	勧告化状況
K.124	概要編	Overview of particle radiation effects on telecommunications systems （通信装置の粒子放射線効果の概要）	2016年12月
K.131	設計編	Design methodologies for telecommunication systems applying soft error measures （通信装置のソフトエラー対策設計手法）	2018年1月
K.Supple.11	補足編	Supplement to K.131 - Soft error measures for FPGA （K.131補足資料 - FPGAのためのソフトエラー対策）	2018年9月
K.130	試験編	Soft error test method for telecommunication equipment （通信装置のソフトエラー試験手法）	2018年1月
K.139	基準編	Reliability requirement of particle radiation effect for telecommunication systems （通信装置の粒子放射線効果の信頼性要求基準）	2018年11月
K.138	評価編	Quality estimation methods and application guidelines for mitigation measures based on particle radiation tests （粒子放射線検査に基づく対策のための品質推定方法とアプリケーションガイドライン）	2018年11月

出典: "宇宙線による通信装置のソフトエラーの標準化動向" TTCセミナー (2018年7月6日)
(https://www.ttc.or.jp/seminar/rep/rep20180706)

6 - 32

2015年10月からITU-Tでソフトエラー対策の標準化を開始し、当初計画した5つの勧告と1つの補足文書を日本メンバが提案、議論をリードし2018年11月までに勧告化した。

TTCでは、上記の5つのITU-T勧告と1つの補助文書を2018年11月～2019年5月にTTC標準及びTTC技術レポート化した。。

6-5　ILE（Immersive Live Experience）

超高臨場感ライヴ体験技術

出典:TTCセミナー（2016-12-6）

ILE(Immersive Live Experience)の技術を使うことで、スポーツ競技やエンターティメントの公演などを遠隔地へリアルタイムに伝送し、臨場感高く再現することで、会場の選手･演者や観客と遠隔地の観客が距離を超えて一体となり、感動をリアルタイムで共有できるようになる。
特徴としては、以下があげられる。

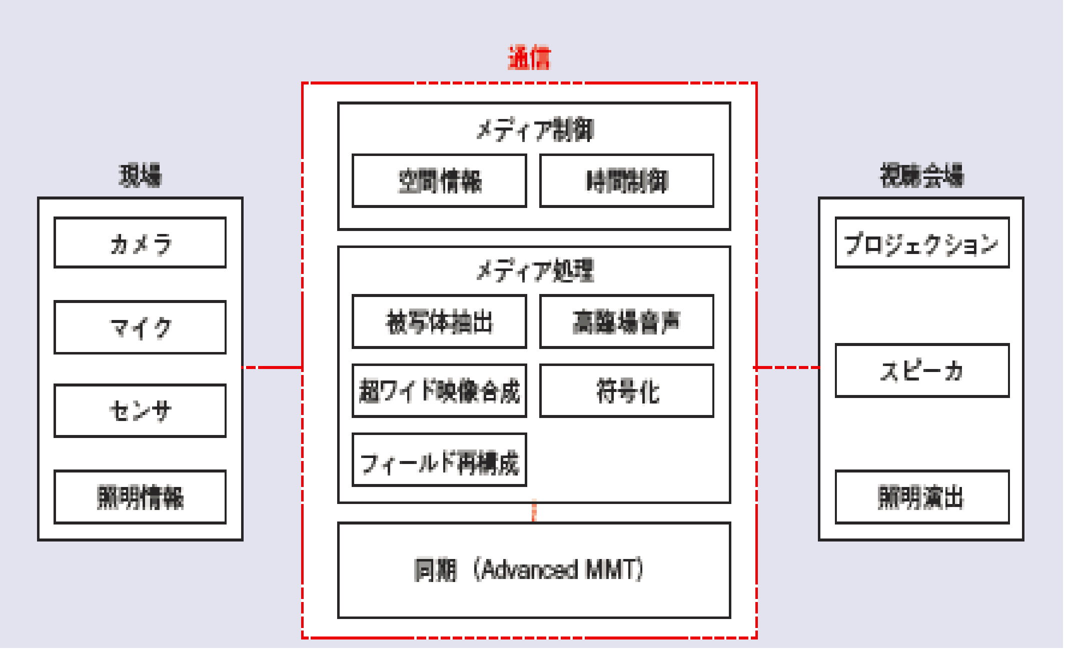
- 競技や公演そのものをネットワークを介して複数の会場へリアルタイムに伝送し、臨場感高く再現することで、あたかも目の前で競技や公演がおこなわれているかのような体感を実現
- 選手や演者を実物大の立体的な映像で表現し、音声も立体的に再現することで、臨場感のある競技観戦や公演鑑賞を提供
- 視野角を取り囲むようなサラウンド映像で会場全体を表現することにより、あたかもその場にいるかのような没入体験を提供

利用シーンとしては、以下のようなケースが考えれらる。

- スポーツ分野におけるパブリックビューイング
- 舞台芸術・音楽コンサートなどエンターティメント分野におけるライブビューイング
- 講演、セミナー、新製品発表会などの遠隔中継

6-5　ILE（Immersive Live Experience）

ILEのフレームワークの例

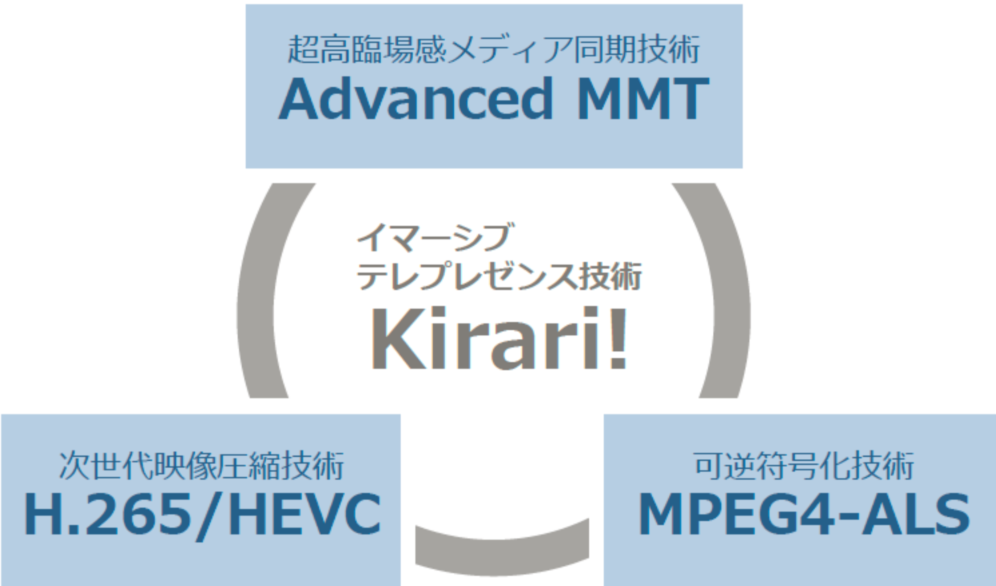


出典：NTT技術ジャーナル2018年10月号

これは、NTTにてサービスを開始している“Kirari!”の技術概要を示したもので、スポーツや公演をしている現場、通信、視聴会場の３つの観点で考えると、通信で示される領域が超高臨場感通信技術
Kirari!になる。それぞれの技術的なポイントは以下のとおりである。
・カメラ、マイク、センサによって抽出された情報を、ネットワークを介してメディア制御、メディア処理、同期して視聴会場に伝送する。
・メディア制御は、カメラで撮像された人物とセンサによって得られた位置情報、および照明情報を関連づける空間情報と、人物の配信時刻を絶対時刻で制御するための時間制御から構成される。
・メディア処理は、撮像された画像情報から人物の領域を被写体抽出し、マイクの音響情報から波面合成音響技術等により高臨場音声とする。

6-5 ILE（Immersive Live Experience）

ILEの要素技術



出典: NTT資料「イマーシブテレプレゼンス技術Kirari!について」2015

NTTのKirari!で使われている要素技術としては、次の3つが使われている。

- Advanced MMT ： 国際標準化団体である、ISO/IEC　JTC 1/SC 29/WG 11 MPEGで制定されたメディアトランスポート規格で、映像分割・並列処理により送出処理時間を低減し、遅延時間を大幅に削減、かつ、再生機器の遅延まで含めた同期合わせの技術で、遠隔講演中継において、双方向のコミュニケーションが可能となった。
- H.265/HEVC ： 動画圧縮規格の一つで、ブロックサイズの適正化など圧縮効率が優れており、MPEG-2 (H.262) 比で約4倍、H.264/AVCとの比較でも約2倍の圧縮性能を有する。
- MPEG4-ALS ： MPEG-4オーディオ (MPEG-4 Part 3) の一部として規格化されたロスレス圧縮方式で、スタジオ編集などでも使える高音質のマルチチャネルオーディオ信号を扱うことができる。

6-5　ILE（Immersive Live Experience）

ILEの勧告化状況

勧告番号	タイトル	勧告化状況
H.430.1	Requirements for Immersive Live Experience(ILE) services （ILEの要求条件）	2018年7月
H.430.2	Architectural framework for Immersive Live Experience(ILE) services （ILEのアーキテクチャ・フレームワーク）	2018年7月
H.430.3	Service scenario of Immersive Live Experience （ILEのサービスシナリオ）	2018年7月

2016年5月のITU-T SG16会合で、日本からの提案により、SG16に新たなQuestionとしてQ.ILEが発足し、2017-2020年会期に正式にSG16内にQ8としてスタートした。

TTCでは、2016年7月にILE技術検討アドホックを発足させ、2017年4月にSWGに組織を変更して、アップストリームを中心に活動をしている。

2018年7月のITU-T　SG16会合で、以下の3件がコンセントされた。
- H.430.1 (Requirements for Immersive Live Experience (ILE) services)
- H.430.2 (Architectural framework for Immersive Live Experience (ILE) services)
- H.430.3 (Service scenario of Immersive Live Experience)

ILE-SWGでは、上記3件の勧告のうち、H.430.2(Architectural framework for Immersive Live Experience (ILE) services）について、2019年度中にTTC標準JT-H430.2として制定予定。