



## IoTエリアネットワーク向け伝送方式 (TR-1064)の概説



一般社団法人情報通信技術委員会 IoT エリアネットワーク専門委員会 副委員長 高呂 賢治

### 1. はじめに

一般社団法人情報通信技術委員会(TTC) IoTエリアネットワーク専門委員会は2017年2月に次世代ホームネットワークシステム専門委員会から名称変更した。背景としては、今まではホームネットワークに関連した活動を行っていたが、スマートメータを想定した制御系ホームネットワーク規格などからLPWA (Low Power Wide Area) で代表されるIoT向けネットワークの台頭等を踏まえ、検討対象範囲を拡大したものである。今回、これらの背景からテクニカルレポートTR-1064「IoTエリアネットワーク向け伝送技術の概説」を制定した。TR-1064はホームネットワークにおける伝送技術に関するTR-1044「HEMS等に向けた伝送技術の概説」に続いて、上記背景からHEMSのみならず、IoTにまで拡大した各種の伝送方式に関して概説したものである。以下に概要について説明する。

### 2. TR-1064「IoTエリアネットワーク向け伝送技術の概説」

TR-1044は2012年12月に制定されたため、その後台頭した新しい伝送技術の盛り込み等を目的に改版を検討したが、変更箇所が多く、ホームネットワークからLPWAの出

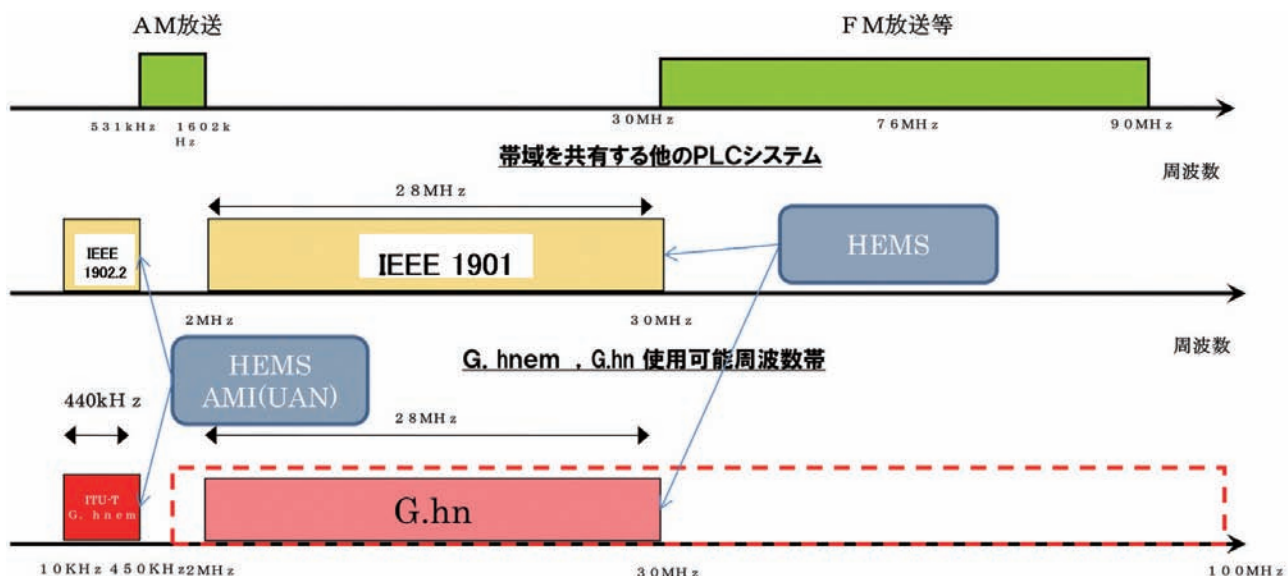
現などで、IoTに向けたエリアネットワークへと範囲が拡大されてきており、スコープを拡大し、新規にTR-1064とした。

構成は、第1部 有線伝送方式、第2部 無線伝送方式、付録という構成自体はTR-1044と変化はないが、内容は刷新されている。一番の変更点はLPWANなど通信エリアが宅内から町レベルに拡大されたことである。以下、具体的変更点について記載する。

#### 2.1 有線伝送方式

有線伝送方式では、電力線、同軸ケーブル、電話線を使用する媒体について変更した。特にスマートグリッドに関連する規格の変更が大きく、以下に概要を記載する。

スマートグリッド関係の主な国際標準としては、ISO、IEC、ITU-T、IEEEなどで検討されているが、ここでは主要な方式が網羅されているITU-TとIEEEで作成された標準について紹介する。ITU-Tが作成したスマートグリッド関連の有線伝送方式規格としては、電力線、同軸ケーブル、電話線を使用する、宅内広帯域伝送方式の規格G.9960/G.9961「統合高速有線ホームネットワーク送受信器」と同規格の関連規格であるG.9963、G.9964、G.9972及び屋外宅内狭帯域電力線伝送方式規格であるG.9901、G.9902、G.9903、



■ 図. 電力線上の周波数利用状況とHEMS、BEMS、AMIの使用可能周波数領域



G.9904「狭帯域OFDM電力線通信送受信器」などがある。

IEEEが作成したスマートグリッド関連の有線伝送方式規格としては、IEEE 1901 (広帯域電力線伝送用)、IEEE 1901.2 (スマートグリッドのための狭帯域電力線伝送通信)とHEMSやBEMSなどに使用されることが見込まれるイーサネットの規格IEEE 802.3がある。

さらに、広帯域PLCについては、スマートグリッド向けに、G.9960の中で低消費電力、高ロバストネス(強靭性)、低コストを狙ったLow Complexity Profileが規定されており、同様の目的でIEEE 1901関連ではHomePlugアライアンスがGreen PHYを、HD-PLCアライアンスがHD-PLC insideを、それぞれ仕様化している。これらに対応した電力線上の周波数利用状況を図に示す。

## 2.2 無線伝送方式

無線伝送方式では、Wi-Fi、Bluetooth、ZigBee、Wi-SUN、U-bus Air、Z-Wave、UWB、WiMAXについて更新したほか、DECT、IP500、LPWAN、NB-IoTについては新規に記載を追加した。これら新規追加の方式は、低消費電力化や、広帯域化をうたっており、代表的なLPWANについて下記に記載する。

### (1) LPWA

LPWAは、IoTデバイスを電池無交換で数年間駆動可能で、かつ1台のゲートウェイ(もしくは、基地局)で半径数km以上の広域無線通信が可能なることを特徴とした技術でIoTデバイスとゲートウェイ間の通信方式として適用され、サブGHz帯の無線通信方式を活用して、IoTデバイスの低電力化と広域通信を実現している。

これらは低消費電力と広域無線通信の実現を図るため、LoRaやSigfox等の各アライアンスで物理・MACレイヤを中心に独自に規定されている。通信速度は最大で数十kbit/s、データ長は最大で250バイト程度である。以下ではLoRa、Sigfoxについて紹介するが、その他にも、WAVIoT、NWave等のアライアンス規格との比較は表に示す。

#### ① LoRa

LoRaでは物理レイヤとMACレイヤをLoRaアライアンスで独自に規定している。LoRaの物理レイヤでは、変調方式にチャープスペクトラム拡散を使っている。チャープスペクトラム拡散は軍事・宇宙通信分野で古くから使われている変調方式で、FSK方式に比較して長距離性能やロバスト性能に優れている変調方式の一つである。MACレイヤでは、LoRaWANと呼ばれる独自方式を使っている。LoRaWANでは、アクセス制御方式、MACフレーム、MAC制御コマンド、セキュリティ方式(AES-128)を規定している。

#### ② Sigfox

Sigfoxでは物理レイヤとMACレイヤを独自に規定している。Sigfoxの物理レイヤでは、変調方式にBPSKを使う。MACレイヤでは、独自方式を使っており、IoTデバイスにデータ送信制約(データ長12バイト、140回/日)を行うことで省電力化を実現している。セキュリティ方式も規定しているが詳細情報は公開されていない。その他にも、WAVIoT、NWave等のアライアンス規格があり、これらを比較したものを表に示す。

■表. LPWANアライアンス規格の比較

比較項目	規格名	LoRa	Sigfox	WAVIoT	NWave (Weightless-P)
周波数帯		サブGHz帯	サブGHz帯	サブGHz帯	サブGHz帯
変調方式		CSS	BPSK	DBPSK	DBPSK
MAC		独自 (LoRaWAN)	独自	独自	独自
暗号化対応		○ (AES-128)	○ (独自)	○ (XTEA-256)	○ (AES-128)
リンクバジェット <sup>*1</sup>		154dBm	151dBm	166dBm	147dBm
通信速度 (bit/s)		300 ~ 50k <sup>*2</sup>	100 <sup>*3</sup>	10 ~ 100k <sup>*1</sup>	200 ~ 100k <sup>*4</sup>

注釈：引用先は以下のとおり。

\*1：WAVIOT NB-FI LPWAN TECHNOLOGY

\*2：LoRaWAN 101

\*3：<http://www.radio-electronics.com/info/wireless/sigfox/basics-tutorial.php>

\*4：[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1327380](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1327380)



## (2) その他の新規追加規格

### ① DECT

DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) はETSI (欧州電気通信標準化機構) において、デジタルコードレス電話規格として1992年に制定された。ITU-R勧告 M.1457にてIMT-2000のFDMA/TDMAシステムとしても規定されているため、国際的には携帯電話の一種として捉えることもできる。2010年に総務省令「デジタルコードレス電話の無線局の技術基準」が改正され、国内での利用が可能となった。特長としては、1.9GHz帯を使うため、無線LANとの干渉がなく、通信障害が低減されている。また、周波数チャネルの使用状況を常時モニタリングし、自動的に最適なチャネルを選択することで、効率良く周波数帯域を利用することができる。通信距離は、見通しで300m以上、屋内で50m程度であり、中継器による多段再生中継も可能である。

### ② IP500

IP500 Allianceが運営を開始したのは2008年、その後2010年5月にベルリン (ドイツ) で非営利組織として設立された。IP500ネットワークスタックは、画期的でアドホックなネットワークに自動化されたネットワークフォーメーション、設定及びメッシュのルーティング、ルートヒーリングを提供する。これは、AODV (AdHocディスタンスベクトル) プロトコルなどのオープンスタンダードなメッシュプロトコルやIETFによる新たなスタンダードプロトコル経由で提供される場合がある。このプロトコルにより、IP500のセンサーネットワークは1000を超えるノード

を持つ大規模ネットワークのトポロジーを、最高のペイロード効率性でサポートすることができる。最も単純なケースでは、スタックは直接的なポイント・ツー・ポイントのコミュニケーションを提供し、これはスタートポロジーに拡張される。

### ③ NB-IoT

前記LPWAに相当するものとして、携帯電話の低出力域を使ったIoT通信デバイス向けの新たな通信規格で3GPPの「LTE版LPWA」の標準化作業が進められている。2016年6月に発表されたRelease13でカテゴリM1とカテゴリNB1 (NB-IoT) がそれに相当する。カテゴリM1は、1.4MHzの帯域幅で上り下りとも1Mbit/sの通信速度を得られる。モデムの複雑性はカテゴリ4に比べると20%まで引き下げることができる。さらに方向性を明確にしたのがNB-IoTで、NB-IoT技術に対応した端末カテゴリとしてカテゴリNB1が定義され、帯域幅を200kHz以下まで絞り込み、通信速度も下り26kbit/s、上り62kbit/sと低速に抑えられている。

## 3. 今後の活動予定

IoTエリアネットワーク関連の規定は今後ますます多岐にわたって広がっていくと考えられる。今後とも、当委員会ではIoTに係るサービスやサポートに関連した検討と接続・通信プロトコルに係るアップストリーム/ダウンストリーム活動を行い、安心・安全・快適な生活を支えるホーム・エリアネットワークの構築に貢献するための活動を推進する予定である。