



SEMINAR REPORT

ECHONET Lite を中心とした接続インタフェース技術の紹介



NTT アドバンステクノロジー (株)
ネットワークテクノロジーセンタ
担当部長
近藤 芳展 氏

はじめに

本日私からは、接続インタフェースの観点からアーキテクチャ、あるいは参照点について、技術オリエンテッドになりますが、色々お話させていただこうと考えております。ITU-T という国際標準を作っている団体にて、これまで私が色々活動してきたこと、あるいは知見を踏まえてお話ししたいと思います。

私は基盤技術タスクフォースにて主査を担当していますが、タスクフォースにおいて、どのような活動をしているのか簡単に紹介したいと思います。ホームネットワークアーキテクチャという課題に対して、基盤技術タスクフォースだけではなく、国内あるいは国際的にどのような検討が行われているかの話です。次は、これも基本的にタスクフォースにて実際に検討されていることですが、下位レイヤの実装ガイドラインについて説明します。そして、その関連、延長ということで、ITU-T の場にて具体的にどのような検討が行われているか、お話させていただこうと思っております。

基礎技術タスクフォースにおける検討事項

(1) TR-069 と HTIP の連携

ホームネットワーク接続構成特定プロトコル (HTIP :

Home-network Topology Identifying Protocol) の標準化はご存じないかもしれませんが、ホームゲートウェイやその配下にある機器を制御するための管理プロトコル (TR-069 : CPE WAN Management Protocol Technical Report 069) は大概の方はご存じではないかと思っております。TTC とレジデンシャル ICT SWG にて、この2つのプロトコル連携をどのように取り計らおうかということで、国際的な勧告を策定するためにアクションを取っております。ここを簡単に紹介しようと思っております。

HTIP プロトコルで動作するデバイス、端末等が、ホームネットワーク内のトポロジー情報を収集して、TR-069 プロトコルを使ってネットワーク側の ACS (Auto Configuration Server) に知らせます。レジデンシャル ICT SWG では、TR-069 にて決まっている規定の中に、HTIP に関係している事項の定義を盛り込むために、ブロードバンドフォーラム会合に日本から提案を持って行きました。

(2) ホームネットワークアーキテクチャ

本講演は、「ECHONET Lite (Energy Conservation and Homecare NETWORK Lite) を中心とした」ということで、基本的にはスマートグリッドを想定して、宅内系がどのように構成されているかをお話ししたいと思います。ネットワーク全体の構成を考える必要があるため、図1に示すようなネットワーク構成を想定します。

従来は、宅内にはブロードバンド系の AV 機器、デバイス等があって、それらをインターネット経由でどのような形でサービス提供側に見せるかという問題であったかと思いますが、スマートグリッドを考えた場合、インターネットとは別ルートで、どのように電力会社のサービスに繋げていくか、さらにサービスプロバイダに繋げていくかという問題になるかと思っております。この切り分けというか、連携というか、どのように対処すればよいかが一番悩ましいところです。レジデンシャル ICT SWG の中では、アクセスゲートウェイのアーキテクチャは、基本的にこうあるべきだということで色々検討されてきていますが、この図は一つの考え方として、電力系のネットワークとの連携も踏まえた考え方を示したものになっています。

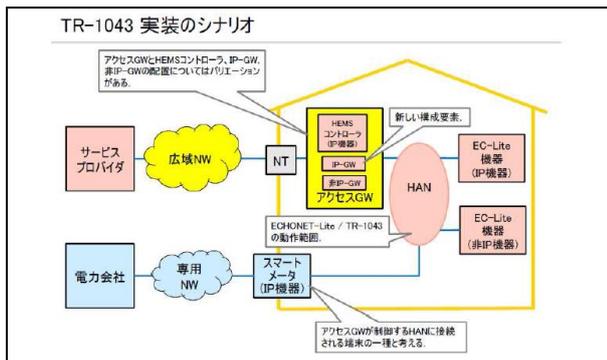


図1 ECHONET Lite を想定したネットワーク構成 (1/2)

図2は参照点モデルを示したもので、A点、B点はそれぞれIP系ホームネットワーク、組込のIP系ネットワークを定義しています。

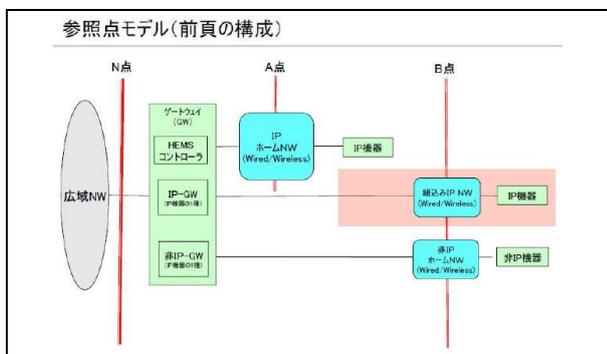


図2 ECHONET Lite を想定したネットワーク構成 (2/2)

まずは、ネットワークアーキテクチャの接続インターフェースから見てみようと思います。手っ取り早いところでは、米国国立標準技術研究所 (NIST : National Institute of Standards and Technology) にて検討した結果を踏まえて、ITU-T、IEEE などでのような検討が成されているか示したいと思います。

図3は、NIST が提示している参照モデルで、これが基本形となります。

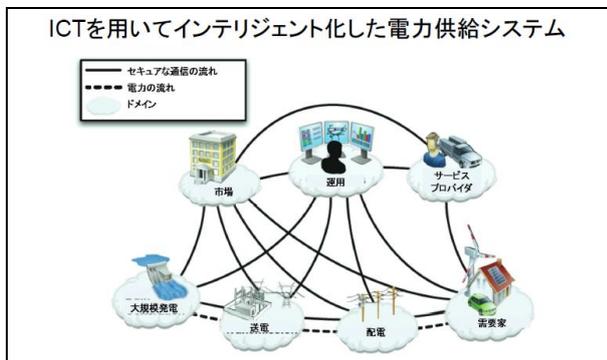


図3 スマートグリッドの概念モデル (NIST)

ITU-T にて、どのようにして NIST の参照モデルを具体的にネットワークレベル、デバイスレベル、端末レベル、システムレベルに落とし込んでいくのかを示したいと思います。

図4は NIST のモデルをベースにしたスマートグリッドモデ

ルで、左下部分が、電力系のいわゆる発電、送電、配電を示したネットワークです。図4上側がマーケット、オペレーション、サービスプロバイダが提供するネットワークであり、これら全部をまとめてサービスプロバイダドメインという括りになっています。最も大事なのは需要家ドメインであり、ドメイン間の連携がどのようになるのかを参照点1から5にて考えたいと思います。なお、スマートメータは外出しにしています。

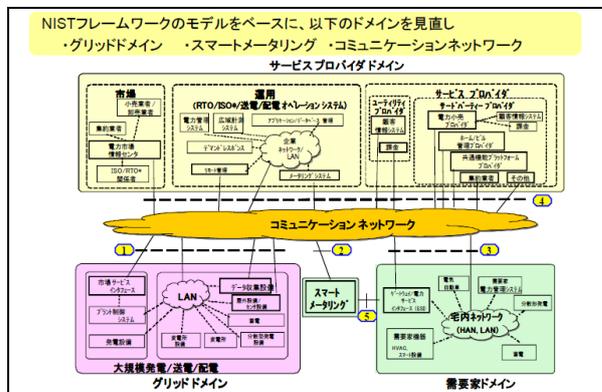


図4 ICTの観点によるスマートグリッドモデル

この検討自体は概ね2年前に終了していて、日本でもこれに準拠してスマートコミュニティアライアンスにて、スマートメータを中心とした形で図2の参照点AあるいはBの接続インターフェース、プロトコルが具体的に標準化される流れとなっていると思います。

需要家ドメインの部分をもう少し詳細に見ると、ゲートウェイ/電力サービスインターフェースのところ、括弧書きにて ESI (Energy Service Interface) が定義されています。他はエンティティです。これはどういうことかという、電力系のサービス、電力系の制御をするときのインターフェースは、基本的にここが全てを担っているということです。スマートメータにも繋がっていて、ネットワークとのインターフェースも司っています。

図5は ESI がどのような機能を有しているのかを示したもので、持つべきもの5項目が要求条件としてまとめられています。これは NIST のフレームワークドキュメントであって、まだ最終版ではなく現在 3.0 であり、意見募集段階にあると思いますが、その中で記載されているものです。ESI はホームネットワークと外の世界であるコミュニケーションネットワークとの間のインターフェースを司っています。

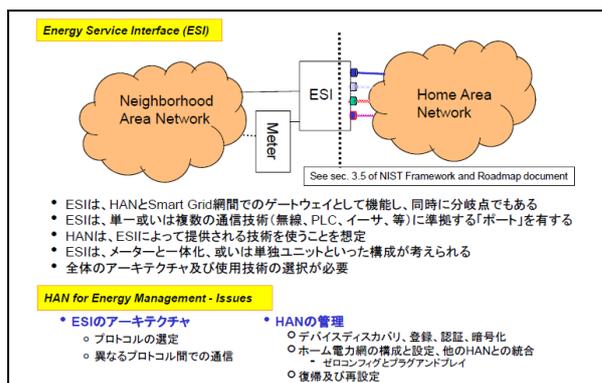


図5 NIST ドキュメントからの要求条件

図6は、参照点1から5を図4とは少し異なる視点から示したもので、内容としては同じものです。ホームネットワークをICTの観点で見たとき何が大事なのか、何が一番関係深いのかについて、ITU-Tでどのような検討が成されているのか、参照点5に着目してご紹介したいと思います。

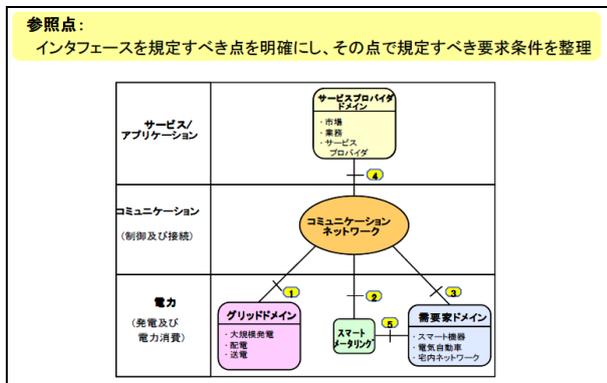


図6 ICTの観点で単純化したスマートグリッドモデル

需要家ドメインとスマートメータとの間を司るインタフェース5が、接続インタフェースという観点で見たとき、どのような機能を持たないといけないのか、どのような情報が流れるのか、表1はITU-Tにて具体的に詳細検討されている事項をまとめたものです。2年前のものなので最新ではないですが、基本的な考え方や検討している団体は当時とそれほど変わっていないはずです。

表1 参照点を基準にした分析：参照点5 (1/2)

参照点	参照点における情報/処理	SGIP/PAPで検討されたGAP
参照点5	スマートメータと需要家ドメイン間の接続と連携を規定。メータ管理、課金、等の連携・情報交換を行う。 <ul style="list-style-type: none"> Energy Usage Management <ul style="list-style-type: none"> 電力使用情報、電力価格 Demand Response <ul style="list-style-type: none"> 需要家の登録情報 価格と電力使用情報 (web経由) Customer EMS <ul style="list-style-type: none"> 価格情報、メータ読み取り値、端末制御コマンド 	PAP04: 電力に関する一連の処理に対して、共通なスケジューリング通知方式を開発 ・OASIS WS-Calendar PAP10: 電力使用情報に関する標準 ・NAESB REQ 18 (小売)、WEO 19 (卸し) ・IEC 61970/61968、IEC 61850、ANSI C12.19/22、ASHRAE SPC201間の整合 PAP03: 価格と製品に関する定義 ・OASIS Energy Market Information eXchange (EMIX) PAP09: 標準化されたDR(Demand Response)信号 ・OASIS 電力相互運用 (DR信号の詳細): 価格や環境に関連する信号も含む PAP10: 電力使用情報に関する標準 ・NAESB REQ 18 (小売)、WEO 19 (卸し) ・IEC 61970/61968、IEC 61850、ANSI C12.19/22、ASHRAE SPC201間の整合

まず、需要家ドメインとスマートメータの間の接続と連携を規定しています。具体的には、メータ管理、課金等の連携に必要な情報交換を行ないます。電力使用量や価格情報、Demand Responseに必要な情報、カスタマー個別の情報が流れて処理されることを示しています。表1の右端の列は、スマートグリッド相互運用性パネル (SGIP: Smart Grid Interoperability Panel) のPAP04 (Priority Action Plans 04)にて検討されている、あるいはPAP10で検討されている内容で、具体的な勧告としてはどのようなものがあるのかを示しています。例えば、PAP04に関しては、「OASIS (Advancing Open Standards for the Information Society) が、電力に関する一連の処理に関してスケジューリング通知方式を開発している。」というように見れば良いと思います。

同様に表2も、ESIでどのような情報が流れるのか、必要なのかを示しています。2年前に検討したときには全く検討されなかった部分があり、そこは誰かが検討しないといけないと結論づけられています。今この部分はけっして100%カバーされたとは言えませんが、下位レイヤの技術であれば、ITU-Tの関係している課題のところでは、例えば、PLC技術や無線技術などが具体的に検討されつつあるということです。

他には、分散、蓄電池相当のリソース、電気自動車に対する充電、それに必要な情報も流れるので、最も検討すべき大事なことではないかと思えます。ジャパン・スマート・コミュニティ・アライアンス (JSCA) や経産省が手がけている HEMS (Home Energy Management System) タスクフォース、DR (Demand Response) タスクフォース等にて着実に検討が進められているようです。

表2 参照点を基準にした分析：参照点5 (2/2)

参照点	参照点における情報/処理	SGIP/PAPで検討されたGAP
参照点5	<ul style="list-style-type: none"> Energy Services Interface (ESI)/ HAN gateway <ul style="list-style-type: none"> 白物家電の登録情報 (HAN) DRヘッドエンドからのESI管理及びセキュリティ情報 HAN and NAN Networks <ul style="list-style-type: none"> スマートメータはAMIを構成し、メータヘッドエンドとの信頼性の高い通信を提供する (参照点5を介して)。また、事業者ドメインにおける課金機能と連携する Distributed Energy Resources (DER) <ul style="list-style-type: none"> DER登録、DER状態情報、DER管理制御メッセージ Local Generation and Storage <ul style="list-style-type: none"> 需要家ドメインでの分散 (ローカル) 発電及びDERIに対する監視情報、制御情報 PEV Charging <ul style="list-style-type: none"> 電力容量と課金情報を管理するために電力制御機能及び需要家課金機能と連携 	<p style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">検討が必要!</p> PAP08: 分散グリッド管理に対するCIM ・オブジェクトモデルの定義: IEC 61850 PAP07: 蓄電に関する相互接続ガイドライン ・IEC 61850-90-7 (高度インバータ機能) ・IEC 61850-7-420 (DERオブジェクトモデリング) ・IEEE 1547.x (相互接続標準) PAP11: 送電に対する共通オブジェクトモデル ・SAE通信標準: V2G通信インタフェース (J2836 (ユースケース)、J2847 (要件)、J2931 (プロトコル))、PEV充電用カブラ (SAE J1772)

ここまではITU-Tということで、海外、国際的な動向について話をしましたが、国内はというと、スマート・コミュニティ・アライアンスの件は別として、もう一つ、電気学会の需要家設備向けスマートグリッド実用化技術調査専門委員会 (SGTEC)にて検討されています。こちらはホーム系ではなく、ビルにおける (電圧で言えば、低圧、高圧、特高までも含めた) ネットワーク相互運用はどうあるべきかが検討されています。実際にどのような接続インタフェースを想定して検討が進められているか、ご紹介したいと思います。

図7は、IEEE2030における接続インタフェースを規定したものです。NISTの参照モデルをベースに非常に細かくドメインを定義し、それぞれのドメインの中のエンティティには図に示したようなものがあり、更に、ドメイン間のインタフェース、あるいはエンティティ間のインタフェースを、CTxx (Communication Technology xx) という詳細なインタフェースにて規定しています。

ITU-Tの検討結果よりはるかに細かく規定されており、実際に物づくりをする上では、この程度まで詳細に考えておく必要があると思います。もっとも、詳細な検討が必要なのは分かりますが、これは元々IEEE規定なので米国向けであり、米国に都合の良い形でのインタフェースや情報が決められています。これをそのまま日本に当てはめても、日本の実状に合わないの、おそらく使えないところもあるかと思っています。

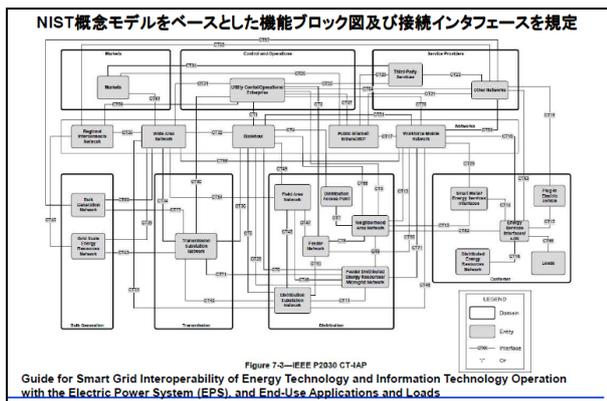


図7 IEEE2030

SGTEC の中で、IEEE2030 をベースにして、日本のスマートグリッドモデルをどのように考えればよいのか、電力会社まで繋ぐネットワークの相互接続、相互運用に関して検討が進んでいると聞いています。ここでは、BEMS (Building Energy Management System) による制御を想定しています。宅内ホームネットワークで考えると、国内での通信プロトコルは ECHONET Lite になりますが、ビル内となると BACnet (Building Automation and Control Networking protocol) であり、具体的な情報モデルとなると、ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) で検討が進められている FSGIM (Facility Smart Grid Information Model) というモデルなどもあります。

SGTEC で検討が進められているシステム参照モデルでは、NIST の 7 ドメイン参照モデルをベースにした電力会社ドメインにおいて、発電、送電、配電のところまでの面倒を見ます。ドメイン間は、IEEE2030 に準拠するコミュニケーション・テクノロジー・インタフェース (CTxx) がそれぞれ規定されています。需要家ドメインでは、サービスプロバイダが提供するサービスを踏まえたエンティティが定義されており、需要家ドメインとその外部との相互接続性に関する検討が進められています。

TTC の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 (TR-1043 : Implementation guidelines of Home network communication interface) の中に具体的なプロトコルの規定、ガイドラインが示されていますが、それとは別に具体的にアーキテクチャ、参照モデルも規定されています。

図8はホームネットワークモデルです。宅内側インタフェースでは、IP 端末は直接リファレンスポイント A 点に接続され、低リソースのスマートグリッド系のもの考えたときには 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) で独自のネットワークを組んでいる A'点でのインタフェースとなります。他には、アプリケーションレベルのゲートウェイを介して IP 機器を接続する B 点や、非 IP 機器を繋げるためにアダプタを介する C 点となります。

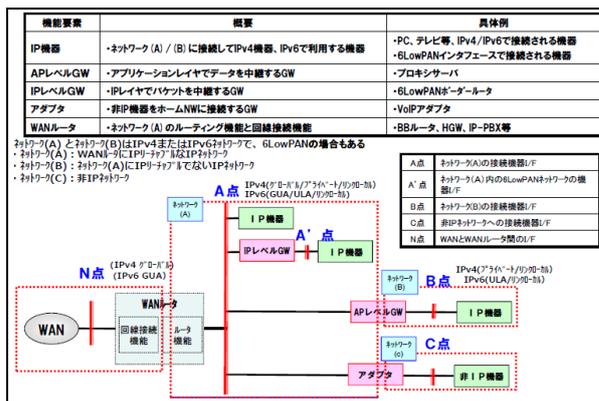


図8 IPレイヤのネットワークモデル

図9は物理構成例です。上の図は、1つのWAN ルータ内にWAN 側のインタフェースの終端と、宅内側のインタフェースとして A 点、B 点の2つのインタフェースを併せ持つタイプの参照点モデルです。下の図は、WAN ルータと A 点で接続される IP 機器 (ここでは HEMS コントローラとしての IP 機器)、そこにアプリケーションレベルのゲートウェイの B 点を介して 6LoWPAN 機器をつなぐ参照点モデルです。

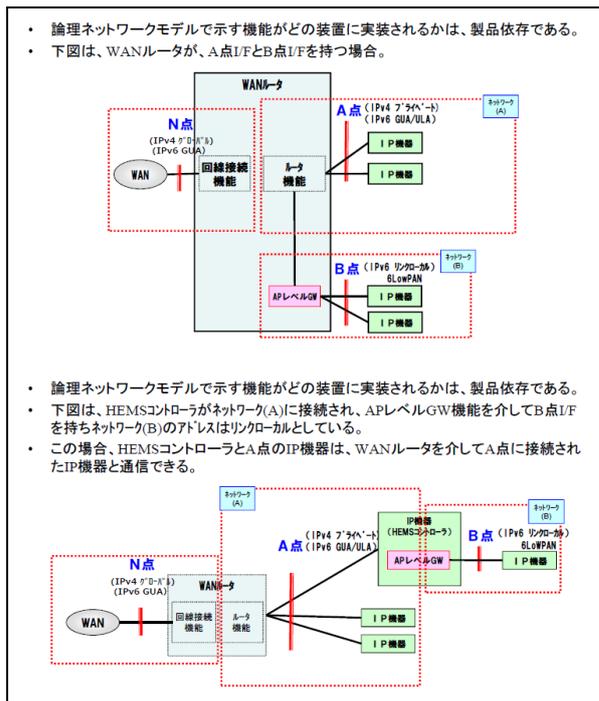


図9 物理構成例

下位層実装ガイドライン

JSCA のスマートハウス・ビル標準・事業促進検討会の HEMS タスクフォースにて、運用ガイドラインが 2013 年 5 月に策定されていますが、その中で具体的な下位層のプロトコルはどうあるべきかが示されています。TR-1043 として、レジデンシャル ICT SWG にて具体的に検討が行われた内容をまとめたものです。

具体的に検討した結果、最終版は現在バージョン 4.1 となつ

のようなレギュレーションに準じて G.9901 で規定されています。それを踏まえて G.hnem、G3-PLC、PRIME などの勧告が制定されています。

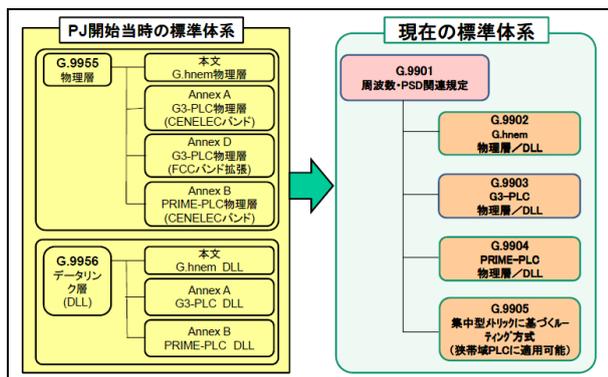


図 12 狭帯域 PLC の標準体系

日本のメーカーが提案して ITU-T 標準となったのが、ナローバンド用ルーティングプロトコルの G.9905 です。電力系のネットワークを考えたとき、現在は RPL (IPv6 Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks) 等が無線で使われていますが、2つの対地へのルーティングを考えた場合、コストの小さい方にトラフィックを流すことになると思います。上り下りのトラフィック、コストが同じであれば基本的に問題ないですが、電力系ネットワークは上り下りでコストバランスが取れていないので、必ずしも RPL が良いとは言えません。この点を考えて、RPL ではない、ルーティングの方式 G.9905 が制定されていると思います。

これは ITU-T の勧告であって、同じように IEEE でも狭帯域の PLC が検討されています。2013年12月 IEEE の P1901.2 の勧告が発行されています。図13は既存技術、および ITU-T、IEEE 方式を比較したものです。

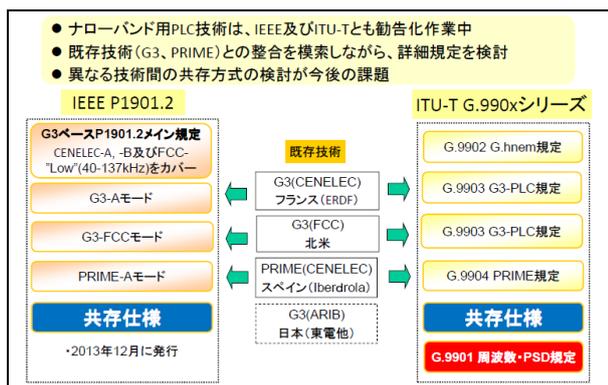


図 13 各種方式の比較

(2) 有線ホームネットワークトランシーバ標準

ブロードバンド系の標準について説明します。

有線を使ったホームネットワーク向け統一規格 (Ghn) というのは、同軸線、電話線、電力線などの伝送線に対して適用できるプロトコルを規定するものです。3~4年あるいはそれ以上かもしれませんが、具体的な検討が始まって以降、なかなか日の目が見られるところまでは辿り着いていないです。

Ghn には幾つかプロファイルがあって、電話線または PLC

を前提とする 50MHz プロファイルと 100MHz プロファイル、あるいは、スマートグリッドという観点から low profile と言われている 25MHz までの帯域を想定した使われ方が一般的ではないかと思えます (図 14)。ノイズのない同軸を使うと帯域を目いっぱい使うことができ、1Gbps 程度の伝送レートが出せませす。非常に有望なはずですが、なかなか日の目を見ないです。中国あるいは米国にて実証実験が進められているという話は聞いていますが、今はそれらの動向を見ていくのかなと思っています。

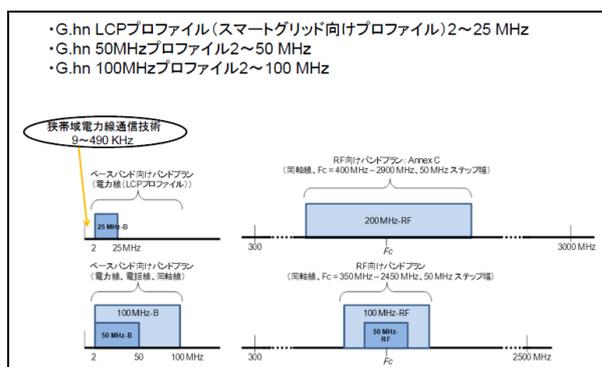


図 14 G.hn バンドプラン (電力線・同軸線・電話線)

PLC にとって大事なことのひとつが共存です。PLC は長い歴史があり、その分だけ色々な規格、プロトコル、物の作り方、信号の送受信方法があって、それを一つのメディアである電力線上で伝送するとき、本当に繋がるのかどうかが一番大きな問題です。方式が違うと通信できないのは仕方がないとしても、どこまで許容するのかという話になります。

そこで浮かび上がってくるのが共存です (図 15)。何が共存かという、異なる複数の方式が同じ電力線で使われているとき、相互には通信できないが、お互い邪魔をしないようにするという意味で、共存機能は盛り込む必要があると思います。これは世界共通のことと思いますが、一つの方式に統一されることはあり得ないので、このような仕組みが必要になるということです。例えば、周波数分割、オーバーヘッド領域を使ったシグナリング制御などが、共存の仕組みとして継続検討されているところです。

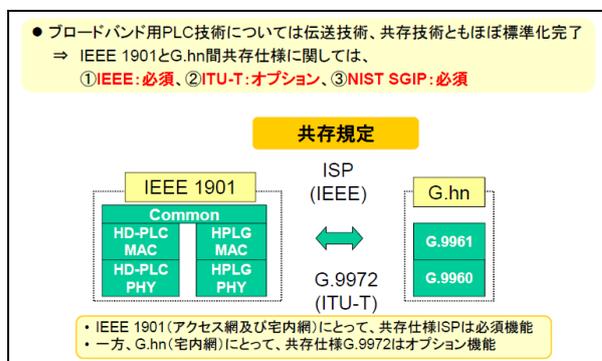


図 15 共存規定 G.9972 (1/2)

これまでは、IEEE1901 と ITU の G.hn の間で共存できれば問題ないと考えてきましたが、もう一つ、IEC12139-1 を共存の

仲間に加えてほしいとの要望があり、IEC という国際標準である以上受け入れる必要があるため、どのようにして実現させるか、今ちょうど頭を悩ませているところです (図 16)。

IEC12139-1 は電力系のアプリケーションで、低速ビットレートで動作します。

他には、総務省の規制緩和で、国内の PLC は屋外でも使えるようになったことの影響があり、どのような形でインパクトがあるのか興味深いと思っています。

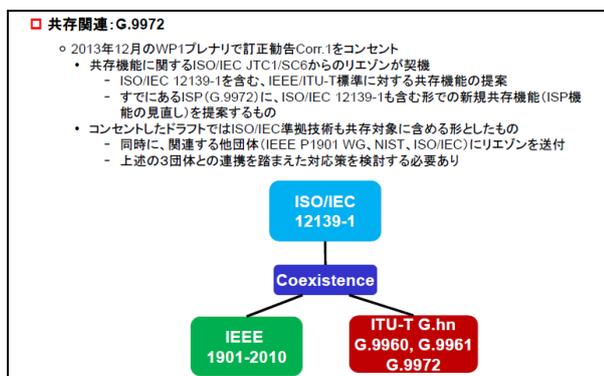


図 16 共存規定 G.9972 (2/2)

(3) 無線狭帯域トランシーバ標準

Sub-GHz 帯の無線は、ZigBee や Wi-SUN などがありますが、ITU-T にて Z-Wave をベースにして勧告 G.9959 が制定されているのでご紹介します。

元々 Z-Wave 自体が IP を対象にしたものではないので、このネットワークエリア内では non-IP でトラフィックを処理しています。機器を手がけている会社の話としては、IP を実装することは余り考えていないようです。ただし、標準化の観点で見るとき、non-IP だけではなく IP も含めて、ITU-T に加えて IETF でもドラフトはかなり最終段階まで行っているようです。

G.9959 では MAC 層と物理層について規定しています。加えてアダプテーションレイヤも規定しています。IETF では、ドラフト 6lo-lowpanz-03 がまもなく発行になると聞いていますが、IP パケットを流すためのフレームフォーマットを定めています。図 17 は、プロトコルスタックを示したものです。

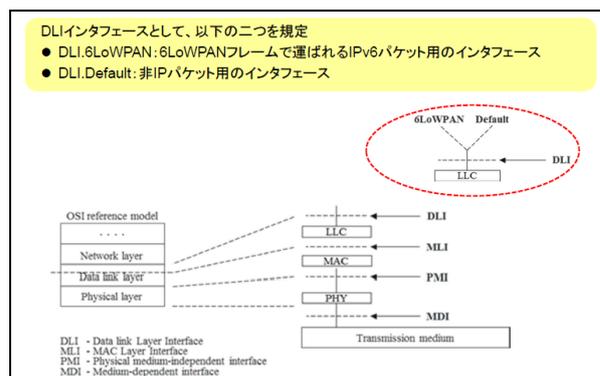


図 17 Gwnb における新規提案 (IPv6 の収容)

(4) その他技術の標準化

アダプテーションレイヤの作り方で、複数の全く異なる伝送技術を上位レイヤに対して一つに見せるための検討が、現在色々な機関にて進められています。

その代表が IEEE1905.1 であり、有線の Ether と Wi-Fi、同軸の MoCA、高速版 PLC の 1901 の異なる 4 つの方式を全部ひっくめて上位レイヤに対して一つの MAC に見せるようにする規定です。

これら 4 つの方式以外の方式もカバーするという観点で、改正版 IEEE1905.1a、あるいは ITU-T では G.9979 のドラフト、他には ITU-T の OPAL (Open Protocol Abstraction Layer) というプロジェクトを作ろうという話もあります。これはまだ名前だけで、具体的にどうなるのか分かりません。

最後に、ITU-T スマートホームでは、リソースが少ないデバイスや技術を前提としたとき、少しでも効率的な見せ方ができる方法はないかということで、現在 TTC、レジデンシャル ICT SWG にて、6LoWPAN に注目して標準化が動き始めているところです。

本講演録は、平成 26 年 3 月 14 日に開催された SCAT 主催「第 93 回テレコム技術情報セミナー」のテーマ、「ECHONET Lite を中心とした接続インタフェース技術の紹介」の講演要旨です。

*掲載の記事・写真・イラストなど、すべてのコンテンツの無断複写・転載・公衆送信等を禁じます。