

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

Implementation guidelines of Home network  
communication interface

第5.0版

2015年3月18日制定

一般社団法人

情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE

本書は、一般社団法人情報通信技術委員会が著作権を保有しています。  
内容の一部又は全部を一般社団法人情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、改変、転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

## 目 次

<参考> .....	4
第1章 プロトコルスタック基本概念 .....	6
1.1 プロトコルスタックと OSI7 層モデル .....	6
1.2 組込み系ネットワーク技術とアプリケーションプロファイル .....	9
第2章 ECHONET Lite 向け下位レイヤ実装の概要 .....	11
2.1 UDP/IPv4 .....	11
2.2 UDP/IPv6 .....	13
2.3 TCP/IPv4 .....	15
2.4 TCP/IPv6 .....	17
2.5 IEEE802.3 ファミリ (Ethernet) .....	19
2.6 IEEE802.11 ファミリ (Wi-Fi) .....	20
2.7 IEEE802.15.1 ファミリ (Bluetooth) .....	21
2.8 IEEE 802.15.4 ファミリ (TTC JJ-300.10) .....	22
2.8.1 TTC JJ-300.10 .....	22
2.8.2 Wi-SUN .....	24
2.8.3 ZigBee .....	25
2.9 ITU-T G.hn (G9960, G9961, G9963, G9964, G9972) .....	26
2.10 IEEE1901 .....	27
2.11 TTC JJ-300.11 (ITU-T G.9903) .....	28
2.12 TTC JJ-300.20、JJ-300.21 (HD-PLC) .....	29
第3章 ネットワークモデルと物理構成例 .....	30
3.1 ネットワークモデル .....	30
3.2 物理構成例 .....	32

## <参考>

### 1. 国際勧告等との関連

本技術レポートに関する国際勧告は本文中に記載している。

### 2. 改版の履歴

版数	制定日	改版内容
第1.0版	2012年11月6日	制定
第2.0版	2013年2月15日	改訂 JJ-300.10, JJ-300.11に関連する記載の更新
第2.1版	2013年2月26日	誤記訂正
第3.0版	2013年5月20日	改訂 第3章追加
第4.0版	2013年11月12日	改訂 構成変更；2.8章を追加 TCPに関する記述の追加 2.4GHz IEEE 802.15.4ファミリに関連する記述の追加 参考文献の更新
第4.1版	2013年12月3日	誤記訂正 2.8.1, 2.8.3におけるZigBee関連の記載を修正
第5.0版	2015年3月18日	2.9章および2.10章のPLCに関する記述を修正 2.12章を追加 3章の文章中の表番号の誤記訂正 2.12章追加に伴い、3章の表番号を変更（表15, 16 → 表16, 17）

### 3. 参照文章

主に、本文内に記載されたドキュメントを参照した。

### 4. 技術レポート作成部門

- 第1.0版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会
- 第2.0版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会
- 第2.1版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会
- 第3.0版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会
- 第4.0版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会
- 第4.1版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会
- 第5.0版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会

## 5. 本技術レポート「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」の制作体制

本ガイドラインは、新世代ネットワーク推進フォーラムIPネットワークWG レジデンシャルICT SWG(リーダー: 丹康雄[JAIST/NICT])において原案を作成し、その後TTC次世代ホームネットワーク専門委員会(委員長: 伊藤 昌幸[NTT] (～ 2013.5)、山崎毅文[NTT] (2013.6～))での審議を経てTTC技術レポートとして公開するものである。

レジデンシャルICT SWGにおける検討においては、基盤技術タスクフォース(主幹: 塩尻浩久[NEC] (～ 2013.8)、近藤 芳展 [NTT] (2013.9～))のもとにアドホックグループ(主任: 丹康雄[JAIST/NICT])を形成して作業にあたった。その過程においては各規格の制定団体にくわえ、エコーネットコンソーシアム、スマートコミュニティ・アライアンス等とも調整しつつ進めている。今後の改訂についても、これらの組織間で連携をとりながら実施する。

### はじめに

本ガイドラインは、ECHONET Liteの下位層通信インタフェースの実装ガイドラインであり、国際標準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、あるいは標準化団体等で規定されているものを記載している。

なお、該当する下位層プロトコルもしくはECHONET Lite搭載のプロトコル規定の追加や更新がある場合には、適宜、本ガイドラインの改定を行う。追加・更新の提案については、TTC次世代ホームネットワークシステム専門委員会 事務局へご連絡をいただきたい。

## 第1章 プロトコルスタック基本概念

ホームネットワークにおいては複数の性質の異なるアプリケーションが同時に利用され、それら間の連携が求められることになる。ITU-T J.190勧告においては、こうしたホームネットワーク全体のアーキテクチャを特定領域プロトコルドメインとIPドメイン、アプリケーションごとのプレーンという形で整理している。

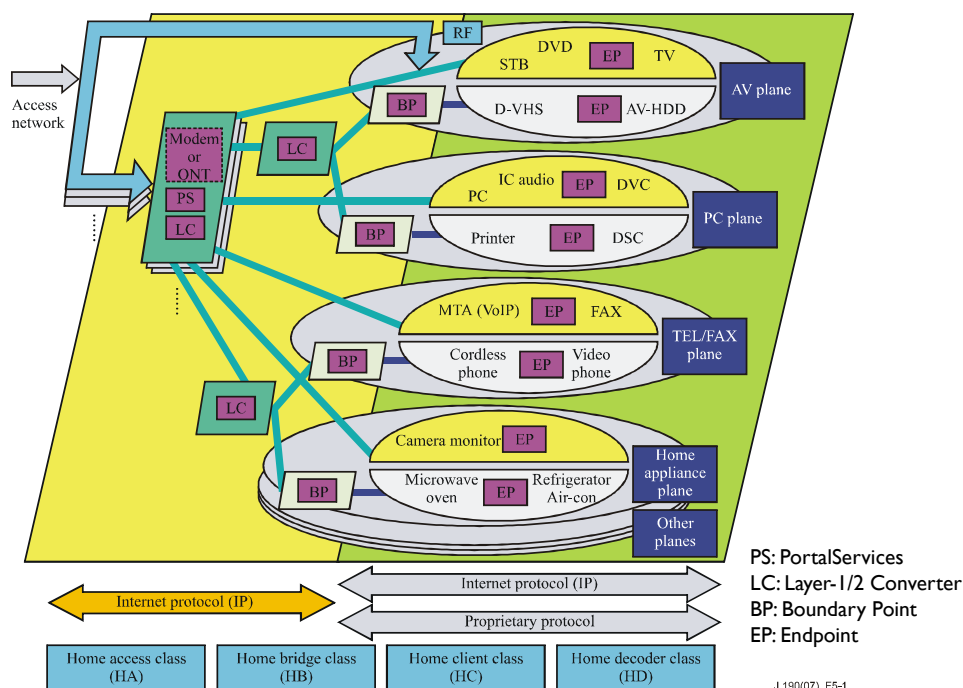


図 1 ITU-T J.190ホームネットワークアーキテクチャ

AVプレーンとホームアプライアンスプレーンとでは通信に要求される要件は大きく異なり、用いられる技術も自ずと異なったものとなる。

本ガイドラインは、エネルギーマネジメントや健康、セキュリティなど、機器の制御やセンサデータの収集が中心となるアプリケーション群を対象とし、ホームネットワークの通信インタフェースについて、現在利用可能な実装方法を概説するとともに、各技術の使い分けに関する諸要因について述べたものである。

### 1.1 プロトコルスタックと OSI7 層モデル

組み込みシステムも含め、計算機同士が情報ネットワークを通じて通信を行うためには、最終的にはある計算機のアプリケーションプログラムが別の計算機のアプリケーションプログラムとメッセージの交換をする必要がある。一方、実際の通信は電気や光の信号を使ってその波形など物理的な表現で情報を伝送するものであり、アプリケーションプログラム同士の通信との間には行なっている内容に大きな隔りがある。

この間の作業をいくつかの段階に分け、それを積み上げた形で表現したものがネットワークのプロトコルスタック(通信規約の積み上げ)である。プロトコルスタックの各段を層(レイヤ)とよび、物理的通信の作業を行う層を最下位にし、アプリケーションプログラムに直接サービス提供する作業を最上位として、下から順に1層(レイヤ1)、2層(レイヤ2)と数字を割り当てている。同じ層同士の通信規約をプロトコルと呼ぶ。層と層の間には一定のインタフェースがあり、このインタフェースを通じてしか層の間では情報がやりとりされな

いため、インタフェースさえ守っていれば層単位で入れ替えて利用できるとともに、ある層(N層)の上に複数の異なる実装を持つN+1層を同時に載せて運用することも可能である。

たとえば、TCP/IPでは、3層のネットワーク層であるIP(Internet Protocol)の上で、4層のトランスポート層としてTCP(Transmission Control Protocol)とUDP(User Datagram Protocol)の二種類が使われている。また、TCPのバージョンにはいくつか異なったものがあるが、トランスポート層としてのTCPのみを入れ替えるだけで下位のネットワーク層も上位のアプリケーション層も変更なく利用することができる。

この層を何段にするのが適切かといった議論は1970年代から1980年代にかけて盛んに行われたが、ISOのもとで標準化されたOSI(Open Systems Interconnection)では7層に定められ、これが現在でも参照モデルとして利用されている。OSI 7レイヤモデルを図 2に示す。

7	アプリケーション層	アプリケーション間の通信
6	プレゼンテーション層	データの表現形式の変換
5	セッション層	接続性の管理
4	トランスポート層	通信品質の制御管理
3	ネットワーク層	全ネットワークでの伝送
2	データリンク層	直接つながった範囲での伝送
1	物理層	論理的な情報と物理的な表現の変換

伝送媒体

図 2 OSI 7層モデル

現在のネットワークシステムの作り方においてはセッション層やプレゼンテーション層は独立した層として存在しているというよりもアプリケーションの一部として扱われていることが多く、実際には層構造として7層ではなく5層として扱うことも少なくない。このような場合でもアプリケーション層は7層と呼ばれる。また、最近のネットワークシステムではWeb Socketに代表されるように、アプリケーションプロトコルまでは種類ながら、そこから上にまた層を展開しているようなシステムが主流になりつつあり、7層の上に層を展開しないと適切にモデル化できない部分も増えている。このように、現実の技術との乖離は目立つようになってはいるものの、こうした事情を取り込んだ標準的なモデルはまだ存在していないため、OSI 7層モデルが現在でも様々な場面で利用されている。

ホームネットワークのような組み込みシステムの場合、機能が決まっていることが多いため、上位レイヤは固定的にコンパクトな組み込みソフトウェアとして実現し、むしろ、下位レイヤの伝送媒体の種類を設置する状況に応じて変えられるような自由度が求められる。ある機器は固定的に設置されるので安定した通信の行える有線伝送媒体を、別の機器では移動や取替えが容易なように無線伝送媒体をといった具合に使い分けが行われる。この状況が、単一の通信インタフェースを使って様々なアプリケーションプロトコルを利用する汎用の計算機とは異なっている点には留意を要する。

もう一点留意が必要なのは、伝送媒体はあくまでも物理的な媒体であって、ネットワークの層ではないということである。つまり、物理層以上の各層ではサービスインタフェースが設けられていて複数の上位プロトコルが併存しうるが、伝送媒体は物理層によってどのように使われるか規定されている、いわば物理層の

一部であり、一般にはひとつの物理的な伝送媒体の上で複数の物理層プロトコルが同時に働くことはできない。

無線の場合で言えば、同じ周波数の電波という一つの媒体を複数の異なる物理層(伝送方式)で利用しようとすれば、いわゆる混信という状態になる。また、同様のことが、PLCのような有線媒体でも生じ、方式の異なるPLCを同じ家庭内で同時に使おうとすると、何れの方式の通信もうまくゆかない、共倒れの状態になる。一部の物理層およびデータリンク層プロトコルでは、同じ伝送媒体を用いる他の方式との間で共存を図るための技術が盛り込まれており、性能低下は起こすものの、ほぼ通信不能といった壊滅的な状態にはならない組み合わせもある。実際の導入にあたっては、こうした点も考慮する必要がある。

また、もう一点留意しなければならないのは、プロトコルによっては基本的な動作におけるパラメーターにオプションがあり、同一のプロトコルであってもオプションの設定如何によっては互いに通信ができないという点である。パソコンを中心に長年用いられているTCP/IP(IPv4)を有線のEthernet上で利用する場合には、現在ではほとんどこうした問題は生じないが、新しい技術については大きな問題となりうる。

特に、エネルギーマネジメント関係のアプリケーションにおいては、通信媒体として920MHz帯の電波を利用した技術に期待が集まっているが、この技術においてはまさにこうした問題が顕在化する。例えば上位レイヤとしてECHONET Liteを用い、920MHz帯の無線を媒体として利用する場合を考えると、典型的なプロトコルスタックは図3(a)のようになる。同図の(b)にはEthernetでのプロトコルスタックを示す。この図を見る限りでは、(a)は(b)と同様に規定されているようにみえる。

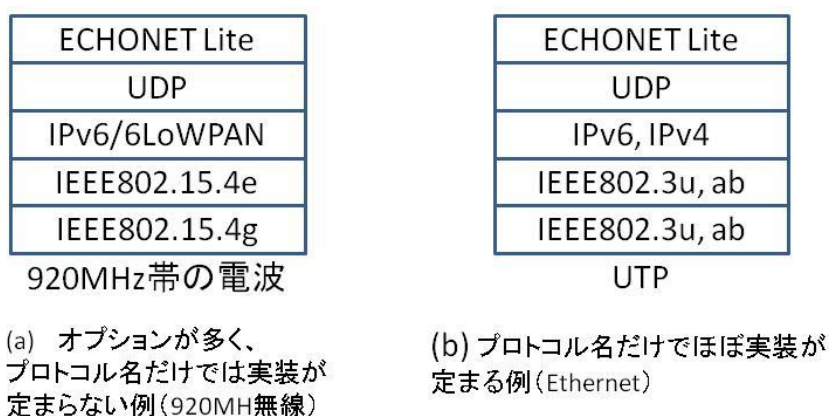


図3 プロトコルのオプションによる違い

しかしながら、(a)におけるIEEE802.15.4g, IEEE802.15.4e, 6LoWPANではいずれもオプションが多く、これらのプロトコルが使われているというだけでは接続性が得られない。したがって、(b)の場合同様に相互接続性が得られるようにするためには、それぞれについて一通りのオプションの規定を決めた運用規定が別途必要になる。ZigBeeやWi-SUNにおける規定がその具体例である。

これは920MHz帯の電波を使うときのみならず、G.hnemやIEEE1901.2のような狭帯域型PLCにおいてもIEEE802.15.4eおよび6LoWPANが使われる場合には同様の問題が生じてくることから、この問題は一般論として留意する必要がある。



## 1.2 組み込み系ネットワーク技術とアプリケーションプロファイル

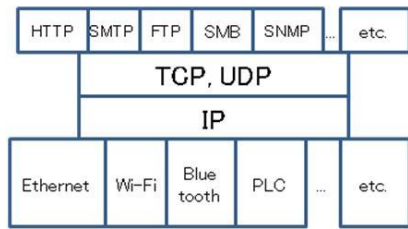
前節で述べたようなプロトコルの層構造は、元来はメインフレームのような汎用計算機向けに設計されたものであり、現在のパソコンやスマートフォンのように汎用OS(オペレーティングシステム)が稼働するような計算機では有効な技術となるが、組み込みシステム、特に、ネットワークに接続されたセンサや、On/Off制御程度しか行わないようなネットワーク対応家電のようなものを考えると、このような層構造を持つことはむしろ非効率となる。

一般に、汎用OSが稼働している計算機では元々複数のタスクが同時に動き、また、ユーザーによって新しいタスクが追加されるような状況にある。ネットワーク接続という機能をこれらのタスクが共有することになるため、層構造を持って抽象化されたインタフェースを定義することは有効である。一方で、組み込みシステムでは、目的とされるタスクが固定されており、それを実現するに必要なだけのハードウェアとソフトウェア資源が与えられることになるため、組み込み用に機能が限定されたOSが使われたり、場合によってはOSそのものが存在しなかったりする。このような状況では層構造で中間的なインタフェースを設ける必要性は薄く、むしろ、通信のハードウェアが持つ機能を最大限に活用できるようなシステムづくりが求められる。

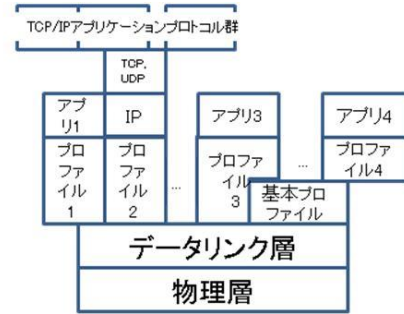
こうした状況を反映して、組み込みシステムでの利用が想定されている通信技術のプロトコルスタックはOSI 7層モデルのような汎用性を持つものではなく、目的のアプリケーションに必要とされる機能を実現するために特化したものとなる。アプリケーションの種類が変われば要求も変わるため、プロトコルスタック自体も変わることになる。こうしたアプリケーション(のグループ)ごとに定義されたプロトコルスタックをアプリケーションプロファイル、あるいは単にプロファイルと呼ぶ。組み込み系のネットワーク技術では、ハードウェアで実現される物理層とデータリンク層までは共通ながら、その上でファームウェアやソフトウェアで実現されるアプリケーションプロファイルについてはシステムごと、機器ごとに異なることになる。

図 4(a)に示すように、TCP/IPを用いたプロトコルスタックではネットワーク層がIP一種類に集約され、その下位レイヤであるデータリンク層で様々なバリエーションが存在するとともに、TCPやUDPという限られたトランスポート層のインタフェースの上に様々なアプリケーションプロトコルが存在している。こうした構造により、IP上(TCPやUDP上)に新たなアプリケーションを開発したときには様々な伝送技術の上での利用が可能となり、また、IPの伝送をサポートする新しい伝送技術を開発したときには様々なアプリケーションをその上で利用することが可能となる。

一方で図 4(b)に示すように、組み込み系のプロトコルスタックではデータリンク層の上のプロトコルスタックの形態が様々な形をとる。これらの中には、データリンク層のチップで提供される機能(主に通信品質の担保に関する機能)をアプリケーションが直接利用するものがある一方で、IPを伝送するために見かけ上Ethernetと同様に扱えるようにするための機能を実現するものもあり、また、各プロファイルが共通して使うためのプロトコルを有している場合もあるなど、プロファイルを構成するソフトウェアの組み合わせ形態は規格によって様々である。パソコンのように計算機としての資源が潤沢な装置には多数のプロファイルが搭載されることもあるが、多くの機器においては、機器の提供するアプリケーション機能に関係したプロファイルしか搭載しない。したがって、同じ通信規格、例えばBluetoothやZigBeeといっても、使っているプロファイルが異なる機器同士は通信できないことになる。こうした仕組みにより、組み込み機器に実装せねばならない計算機としての資源を節約することが可能となるわけである。



(a) TCP/IPのプロトコルスタック



この例の場合には、プロファイル2としてIP伝送のためのプロファイルが規定され、その上にIP上のプロトコルスタックが載る

(b) 組込み系ネットワーク技術のプロトコルスタック

図 4 TCP/IPと組込み系ネットワーク

もうひとつ留意が必要な点に、組込み系ネットワークのプロトコルスタックではIPが導入されていても内部技術的に使われているだけであり、汎用のIP伝送技術として利用できるわけではない場合が存在することがある。通常のIP伝送技術であればネットワーク(IP)層やトランスポート(TCP, UDP)層のインタフェースとして一般的なAPIを利用し、自由にアプリケーションを実装することになるが、組込み系のネットワーク技術の場合には、その上のアプリケーションプロファイルまでを含めて規格化してしまうような場合があり、この場合にはあくまでも定義されたアプリケーションプロファイルと一体でしか利用できないことになる。

## 第2章 ECHONET Lite向け下位レイヤ実装の概要

### 2.1 UDP/IPv4

ECHONET LiteでUDP/IPv4を利用するときの規定は参考文献に示したECHONET Lite規格書に記述されている。表 1および図 5にその内容をまとめる。

表 1 UDP/IPv4

プロトコルスタック	プロトコル・規定
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite
トランスポートレイヤプロトコル	UDP
ネットワークレイヤプロトコル	IPv4
データリンクレイヤプロトコル	IPv4を実装できるものであれば任意
物理レイヤプロトコル	データリンクレイヤプロトコルと連携してIPv4を実装できるものであれば任意
媒体	物理レイヤプロトコルに依存

#### (1) ネットワークレイヤ規定

- 各ノードのアドレス : IPアドレス
- アドレスの範囲 : 規定しない
- アドレスの取得方法 : 規定しない

#### (2) トランスポートレイヤ規定

- UDPポート番号 : 3610 (受信ポート番号。送信元ポート番号は規定せず)
- 一斉送信方法 : IPマルチキャスト (マルチキャストアドレス: 224.0.23.0)
- セキュリティ : 必要に応じてRFC5191 (ノード認証)、DTLS (トランスポートレイヤにおける暗号化および改ざん防止)、IPSec (ネットワークレイヤにおける暗号化および改ざん防止)などを用いる

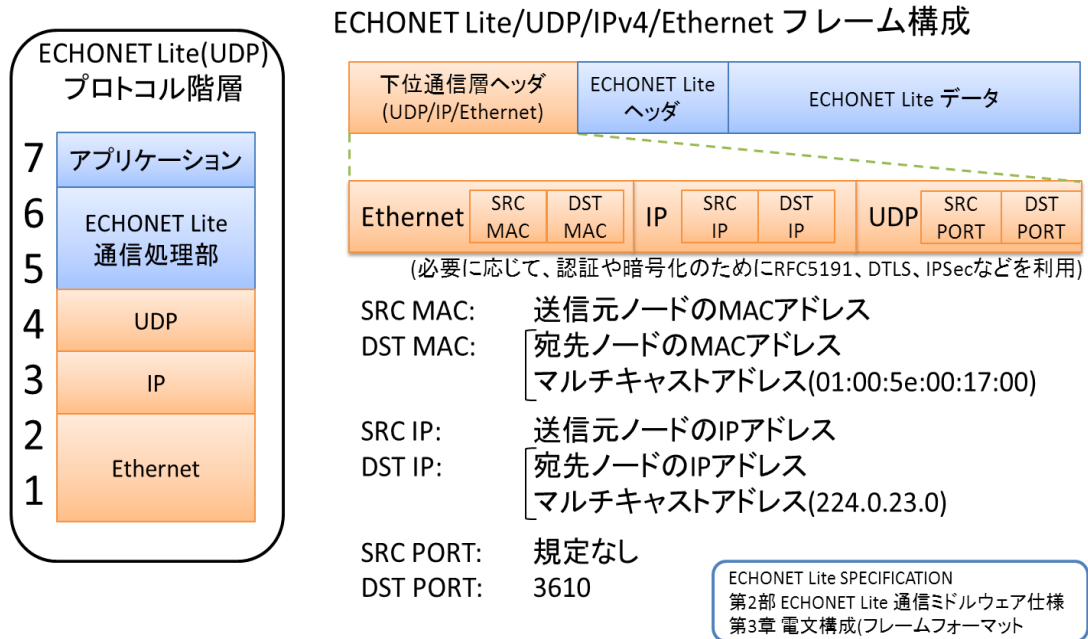


図 5 データリンクにEthernetを用いた場合のUDP/IPv4 ECHONET Liteフレーム構成

参考文献

- [1] ECHONET Lite SPECIFICATION Version 1.10

## 2.2 UDP/IPv6

ECHONET LiteでUDP/IPv6を利用するときの規定は参考文献に示したECHONET Lite規格書に記述されている表 2および図 6にその内容をまとめる。

表 2 UDP/IPv6

プロトコルスタック	プロトコル・規定
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite
トランスポートレイヤプロトコル	UDP
ネットワークレイヤプロトコル	IPv6
データリンクレイヤプロトコル	IPv6を実装できるものであれば任意
物理レイヤプロトコル	データリンクレイヤプロトコルと連携してIPv6を実装できるものであれば任意
媒体	物理レイヤプロトコルに依存

### (1) ネットワークレイヤ規定

- 各ノードのアドレス: IP v6 アドレス
- アドレスの範囲: 規定しない
- アドレスの取得方法: 規定しない

### (2) トランスポートレイヤ規定

- UDP ポート番号: 3610 (受信ポート番号。送信元ポート番号は規定せず)
- 一斉送信方法: IP マルチキャスト (ff02::1 オールノードマルチキャストアドレス)
- セキュリティ: 必要に応じて RFC5191 (ノード認証)、DTLS (トランスポートレイヤにおける暗号化および改ざん防止)、IPSec (ネットワークレイヤにおける暗号化および改ざん防止)などを用いる

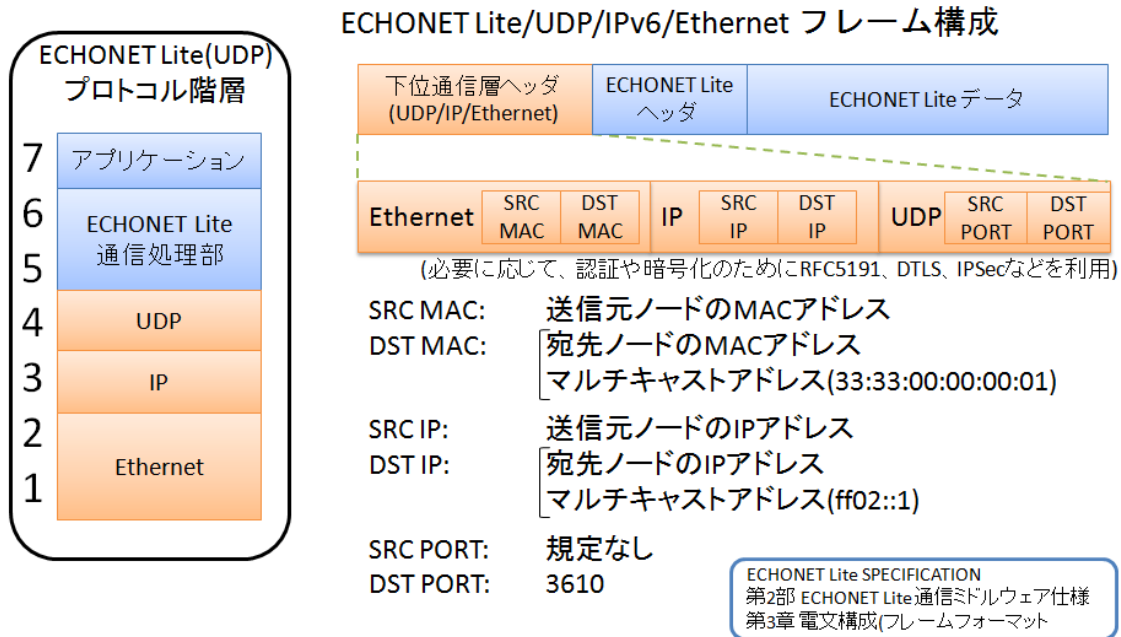


図 6 データリンクに Ethernet を用いた場合の UDP/IPv6 ECHONET Lite フレーム

参考文献

- [1] ECHONET Lite SPECIFICATION Version 1.10

## 2.3 TCP/IPv4

ECHONET LiteでTCP/IPv4を利用するときの規定は参考文献に示したECHONET Lite規格書に記述されている。表 3および図 7にその内容をまとめる。

表 3 TCP/IPv4

プロトコルスタック	プロトコル・規定
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite
トランスポートレイヤプロトコル	TCP
ネットワークレイヤプロトコル	IPv4
データリンクレイヤプロトコル	IPv4を実装できるものであれば任意
物理レイヤプロトコル	データリンクレイヤプロトコルと連携してIPv4を実装できるものであれば任意
媒体	物理レイヤプロトコルに依存

### (1) ネットワークレイヤ規定

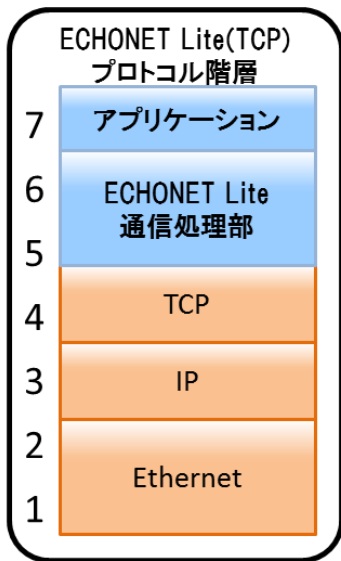
- 各ノードのアドレス : IPアドレス
- アドレスの範囲 : 規定しない
- アドレスの取得方法 : 規定しない

### (2) トランスポートレイヤ規定

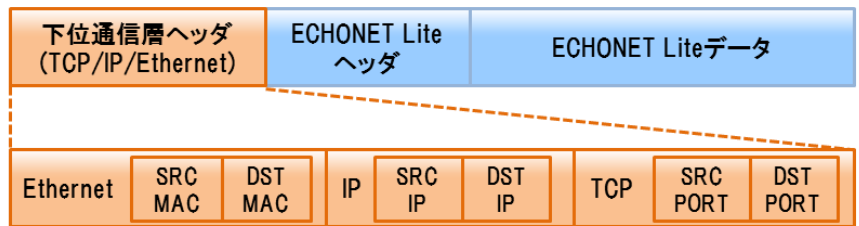
- TCPポート番号 : 3610 (コネクション確立後の送信先ポートは規定せず、送信元ポート番号は規定しない。要求電文に対応する応答電文は同一コネクションで送信する)

### (3) TCP に関する指針

- 他ノードへ応答メッセージを送信するノードは、その送信処理時、既にコネクションが切断している場合の対応は実装依存 (応答しなくてもよい) とする。
- 他ノードへ要求メッセージを送信するノードは、通信相手が TCP を使えないケースを考慮し、TCP での接続失敗時、必要に応じて UDP ユニキャストで送信しなおすのが望ましい
- 一斉送信方法 : UDPでIPマルチキャスト (マルチキャストアドレス: 224.0.23.0)
- ECHONET Lite ノードは、ポート番号 3610/UDP で、UDP ユニキャスト、UDP マルチキャストパケットを待ち受け、必ずメッセージを処理しなければならない



ECHONET Lite/TCP/IPv4/Ethernet フレーム構成



(必要に応じて、認証や暗号化のためのRFC5191,DTLS,IPsecなどを利用)

SRC MAC: 送信元ノードのMACアドレス  
DST MAC: 宛先ノードのMACアドレス

SRC IP: 送信先ノードのIPアドレス  
DST IP: 宛先ノードのIPアドレス

SRC PORT: 規定なし  
DST PORT: 3610

ECHONET Lite SPECIFICATION  
第2部 ECHONET Lite通信ミドルウェア仕様  
第3部 電文構成フレームフォーマット

図 7 データリンクにEthernetを用いた場合のTCP/IPv4 ECHONET Liteフレーム構成

参考文献

[1] ECHONET Lite SPECIFICATION Version 1.10



## 2.4 TCP/IPv6

ECHONET LiteでTCP/IPv6を利用するときの規定は参考文献に示したECHONET Lite規格書に記述されている。表 4および図 8にその内容をまとめる。

表 4 TCP/IPv6

プロトコルスタック	プロトコル・規定
セッション〜アプリケーション	ECHONET Lite
トランスポートレイヤプロトコル	TCP
ネットワークレイヤプロトコル	IPv6
データリンクレイヤプロトコル	IPv6を実装できるものであれば任意
物理レイヤプロトコル	データリンクレイヤプロトコルと連携してIPv6を実装できるものであれば任意
媒体	物理レイヤプロトコルに依存

### (1) ネットワークレイヤ規定

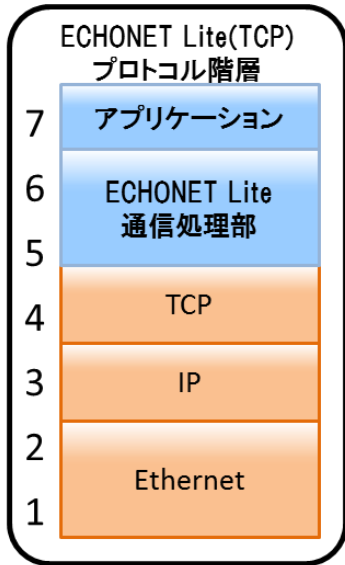
- 各ノードのアドレス: IP v6 アドレス
- アドレスの範囲: 規定しない
- アドレスの取得方法: 規定しない

### (2) トランスポートレイヤ規定

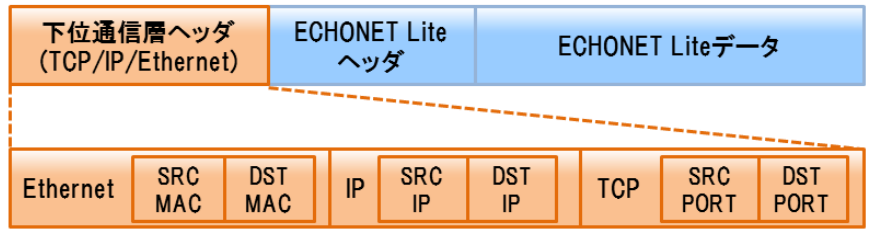
- TCP ポート番号: 3610 (コネクション確立後の送信先ポートは規定せず、送信元ポート番号は規定しない。要求電文に対応する応答電文は同一コネクションで送信する)

### (3) TCP に関する指針

- 他ノードへ応答メッセージを送信するノードは、その送信処理時、既にコネクションが切断している場合の対応は実装依存 (応答しなくてもよい) とする。
- 他ノードへ要求メッセージを送信するノードは、通信相手が TCP を使えないケースを考慮し、TCP での接続失敗時、必要に応じて UDP ユニキャストで送信しなおすのが望ましい。
- 一斉送信方法: UDP で IP マルチキャスト (ff02::1 オールノードマルチキャストアドレス)
- ECHONET Lite ノードは、ポート番号 3610/UDP で、UDP ユニキャスト、UDP マルチキャストパケットを待ち受け、必ずメッセージを処理しなければならない



ECHONET Lite/TCP/IPv6/Ethernet フレーム構成



(必要に応じて、認証や暗号化のためのRFC5191,DTLS,IPsecなどを利用)

SRC MAC: 送信元ノードのMACアドレス  
DST MAC: 宛先ノードのMACアドレス

SRC IP: 送信先ノードのIPアドレス  
DST IP: 宛先ノードのIPアドレス

SRC PORT: 規定なし  
DST PORT: 3610

ECHONET Lite SPECIFICATION  
第2部 ECHONET Lite通信ミドルウェア仕様  
第3部 電文構成フレームフォーマット

図 8 データリンクに Ethernet を用いた場合の TCP/IPv6 ECHONET Lite フレーム

参考文献

- [1] ECHONET Lite SPECIFICATION Version 1.10

## 2.5 IEEE802.3 ファミリ (Ethernet)

ECHONET Lite を IEEE802.3 ファミリ (Ethernet) の有線 LAN で利用するときには、以下の様な選択肢がある。

- a. ネットワーク層プロトコルとしてIPv4を用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- b. ネットワーク層プロトコルとしてIPv6を用いる
  - b1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - b2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる

表 5 IEEE802.3 ファミリ (Ethernet)

プロトコルスタック	プロトコル・規定			
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite			
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP	b1. UDP	b2. TCP
ネットワークレイヤプロトコル	a. IPv4		b. IPv6	
データリンクレイヤプロトコル	IEEE802.3ファミリ			
物理レイヤプロトコル	IEEE802.3ファミリ			
媒体	銅線(UTP)、光ファイバ			

- a1.の詳細は、2.1 UDP/IPv4 を参照。
- a2.の詳細は、2.3 TCP/IPv4 を参照
- b1.の詳細は、2.2 UDP/IPv6 を参照。
- b2.の詳細は、2.4 TCP/IPv6 を参照。

## 2.6 IEEE802.11 ファミリ (Wi-Fi)

ECHONET LiteをIEEE802.11ファミリ (Wi-Fi) の無線LAN)で利用するときには、以下の様な選択肢がある。

- a. ネットワーク層プロトコルとしてIPv4を用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- b. ネットワーク層プロトコルとしてIPv6を用いる
  - b1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - b2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる

表 6 IEEE802.11 ファミリ (Wi-Fi)

プロトコルスタック	プロトコル・規定			
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite			
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP	b1. UDP	b2. TCP
ネットワークレイヤプロトコル	a. IPv4		b. IPv6	
データリンクレイヤプロトコル	IEEE802.11ファミリ			
物理レイヤプロトコル	IEEE802.11ファミリ			
媒体	電波(2.4GHz帯、5GHz帯)			

- a1.の詳細は、2.1 UDP/IPv4 を参照。
- a2.の詳細は、2.3 TCP/IPv4 を参照
- b1.の詳細は、2.2 UDP/IPv6 を参照。
- b2.の詳細は、2.4 TCP/IPv6 を参照。

### 参考文献

- [1] RCR STD-33 小電力データ通信システム/ワイヤレスLANシステム
- [2] ARIB STD-T66 第二世代小電力データ通信システム/ワイヤレスLANシステム
- [3] IEEE802.11-2012, IEEE

## 2.7 IEEE802.15.1 ファミリ (Bluetooth)

ECHONET LiteをIEEE802.15.1ファミリ (Bluetooth) の無線で利用するときには、以下の様な選択肢がある。

- a. Bluetooth PANプロファイルを用いてネットワーク層プロトコルとしてIPv4を用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- b. Bluetooth PANプロファイルを用いてネットワーク層プロトコルとしてIPv6を用いる
  - b1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - b2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる

表 7 IEEE802.15.1 ファミリ (Bluetooth )

プロトコルスタック	プロトコル・規定			
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite			
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP	b1. UDP	b2. TCP
ネットワークレイヤプロトコル	a. IPv4		b. IPv6	
データリンクレイヤプロトコル	IEEE802.15.1ファミリ、PANプロファイル			
物理レイヤプロトコル	IEEE802.15.1ファミリ			
媒体	電波(2.4GHz帯)			

Bluetooth PAN プロファイルについては、参考文献[1]を参照。

- a1.の詳細は、2.1 UDP/IPv4 を参照。
- a2.の詳細は、2.3 TCP/IPv4 を参照
- b1.の詳細は、2.2 UDP/IPv6 を参照。
- b2.の詳細は、2.4 TCP/IPv6 を参照。

PANプロファイル以外のBluetoothプロファイルでECHONET Lite電文を直接伝送する方法や、PANプロファイル以外の方法でIPパケットを扱い、ECHONET Lite電文を載せる方法も考えられるが、現時点では規格化の動きはない。

### 参考文献

- [1] Personal Area Networking Profile version 1.0, Bluetooth SIG, February 14, 2003  
 (<http://www.bluetooth.org/Technical/Specifications/adopted.htm> より取得可能)

## 2.8 IEEE 802.15.4 ファミリ (TTC JJ-300.10)

ECHONET Liteを920MHz帯無線(IEEE802.15.4ファミリ)の無線で利用するときには、2.8.1 TTC JJ-300.10, 2.8.2 Wi-Sun, 2.8.3 ZigBee の選択肢がある。

なお、2.8.1のJJ-300.10 第一版記載の方式A,Cは、Wi-SUN Profile for ECHONET Lite rev. 2.0での記載内容と、また、2.8.2のJJ-300.10 第一版記載の方式Bは、2.8.3 ZigBee 920Mhz UDPでの記載内容と同等のものである。

### 2.8.1 TTC JJ-300.10

- a. ネットワーク層プロトコルとしてIPv6ならびに6LoWPANを用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- b. ECHONET Lite電文を直接IEEE 802.15.4 フレームに載せる

表 8 920MHz 帯無線

プロトコルスタック	プロトコル・規定		
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite		
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP	b. Layer2のフレーム上に ECHONET Lite
ネットワークレイヤプロトコル	a. IPv6 / 6LoWPAN		
データリンクレイヤプロトコル	IEEE802.15.4, IEEE802.15.4e/g		
物理レイヤプロトコル	IEEE802.15.4, IEEE 802.15.4g		
媒体	電波(920MHz帯)		

a1の詳細は、JJ-300.10 第1版（方式A、方式B）を参照。

a2は、JJ-300.10 第1版では規定していない。

bの詳細は、JJ-300.10 第1版（方式C）を参照。

なお、データリンクレイヤにおけるIEEE802.15.4e に関しては、方式Aと方式Cに適用する。

表 9 JJ-300.10 の 3 方式

方式	表 8 における選択肢	関連する団体	
方式A	a.	エコーネットコンソーシアム	Wi-SUN Alliance
方式B	a.		ZigBee Alliance
方式C	b.		Wi-SUN Alliance

方式 A、方式 B は、物理層、データリンク層(IEEE802.15.4/4e/4g)の上に、IPv6/6LoWPAN、UDP 層（およびオプションとして TCP 層）を設けて ECHONET Lite の電文を載せる。ここで方式 A はシングルホップを提供し、方式 B はシングルホップに加えマルチホップ機能を提供する。

方式Cは、物理層、データリンク層(IEEE802.15.4/4e/4g)の上に、直接ECHONETの電文を載せるものであり、シングルホップを提供し、マルチホップ機能は提供しない。

参考文献

- [1] IEEE Std 802.15.4-2011, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks- Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)
- [2] IEEE Std 802.15.4g-2012, Amendment 3: Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Data-Rate, Wireless, Smart Metering Utility Networks
- [3] IEEE Std 802.15.4e-2012, Amendment 1: MAC sub layer
- [4] ARIB STD-T108 920MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用無線設備
- [5] Wi-SUN IEEE 802.15.4g PHY Test Suite Specification
- [6] Wi-SUN Profile for ECHONET Lite rev. 2.0
- [7] ZigBee Internet Protocol Specification 1.0, ZigBee Alliance
- [8] TTC JJ-300.10 第1版

## 2.8.2 Wi-SUN

ECHONET LiteをWi-SUNの無線で利用するときには、以下の様な選択肢がある。

- a. ネットワーク層プロトコルとしてIPv6ならびに6LoWPANを用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- b. ECHONET Lite電文を直接IEEE 802.15.4 フレームに載せる

表 10 Wi-SUN

プロトコルスタック	プロトコル・規定	
セッション〜アプリケーション	ECHONET Lite	
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP
ネットワークレイヤプロトコル	a. IPv6 / 6LoWPAN	
データリンクレイヤプロトコル	IEEE802.15.4, IEEE802.15.4e/g	
物理レイヤプロトコル	IEEE802.15.4, IEEE 802.15.4g	
媒体	電波(920MHz帯)	

a1.、a2.、b. の詳細は、Wi-SUN Profile for ECHONET Lite を参照。

a1.、a2.は、物理層、データリンク層(IEEE802.15.4/4e/4g)の上に、IPv6/6LoWPAN、UDP層（およびオプションとしてTCP層）を設けてECHONET Liteの電文を載せるものであり、シングルホップを提供し、マルチホップ機能は提供しない。

b. は、物理層、データリンク層(IEEE802.15.4/4e/4g)の上に、直接ECHONETの電文を載せるものであり、シングルホップを提供し、マルチホップ機能は提供しない。

### 参考文献

- [1] IEEE Std 802.15.4-2011, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks- Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)
- [2] IEEE Std 802.15.4g-2012, Amendment 3: Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Data-Rate, Wireless, Smart Metering Utility Networks
- [3] IEEE Std 802.15.4e-2012, Amendment 1: MAC sub layer
- [4] ARIB STD-T108 920MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用無線設備
- [5] Wi-SUN IEEE 802.15.4g PHY Test Suite Specification
- [6] Wi-SUN Profile for ECHONET Lite rev. 2.5



### 2.8.3 ZigBee

ECHONET LiteをZigBeeの無線で利用するときには、以下の様な選択肢がある。

- a. ネットワーク層プロトコルとしてIPv6ならびに6LoWPANを用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる

表 11 ZigBee

プロトコルスタック	プロトコル・規定	
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite	
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP
ネットワークレイヤプロトコル	IPv6 / 6LoWPAN	
データリンクレイヤプロトコル	IEEE802.15.4, IEEE 802.15.4g	
物理レイヤプロトコル	IEEE802.15.4, IEEE 802.15.4g	
媒体	電波 (920MHz帯、2.4GHz帯)	

a1., およびa2. の詳細は、ZigBee IPを参照。

ZigBee IP は、物理層、データリンク層(IEEE802.15.4)の上に、IPv6/6LoWPAN、UDP層（およびオプションとしてTCP層）を設けて ECHONET Lite の電文を載せるものであり、シングルホップに加えマルチホップ機能を提供する。

#### 参考文献

- [1] IEEE Std 802.15.4-2011, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks- Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)
- [2] IEEE Std 802.15.4g-2012, Amendment 3: Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Data-Rate, Wireless, Smart Metering Utility Networks
- [3] ARIB STD-T108 920MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用無線設備
- [4] ZigBee Internet Protocol Specification 1.0, ZigBee Alliance

## 2.9 ITU-T G.hn (G.9960, G.9961, G.9963, G.9964, G.9972)

ECHONET Lite を ITU G.hn (高周波 PLC)で利用するときには、以下の様な選択肢がある。

- a. ネットワーク層プロトコルとしてIPv4を用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- b. ネットワーク層プロトコルとしてIPv6を用いる
  - b1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - b2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- c. ECHONET Lite電文を直接ITU-T G.hnに載せる

表 12 ITU-T G.hn

プロトコルスタック	プロトコル・規定			
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite			
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP	b1. UDP	b2. TCP
ネットワークレイヤプロトコル	a. IPv4		b. IPv6	
データリンクレイヤプロトコル	G.9961, G.9972			
物理レイヤプロトコル	G.9960, G.9963, G.9964, G.9972			
媒体	電力線			

- a1.の詳細は、2.1 UDP/IPv4 を参照。
- a2.の詳細は、2.3 TCP/IPv4 を参照
- b1.の詳細は、2.2 UDP/IPv6 を参照。
- b2.の詳細は、2.4 TCP/IPv6を参照。
- c.に関する規定については現在、公開されている規格文書は存在しない。

ITU-T G.9972は、異種PLC共存仕様であり、IEEE 1901で規定されるISP (Inter-System Protocol) と同等の仕様である。

なお、国内では電波法施行規則により、利用可能な周波数帯域は、2MHzから30MHzである。

### 参考文献

- [1] G.9960 : Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - System architecture and physical layer specification
- [2] G.9961 : Unified high-speed wire-line based home networking transceivers - Data link layer specification
- [3] G.9963 : Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - Multiple input/multiple output specification
- [4] G.9964 : Unified high-speed wireline-based home networking transceivers – Power spectral density specification
- [5] G.9972 : Coexistence mechanism for wireline home networking transceivers
- [6] 電波法施行規則 第44条、第46条、第46条の2、第46条の3「広帯域電力線搬送通信設備」

## 2.10 IEEE1901

ECHONET Lite を IEEE1901 (高周波 PLC)で利用するときには、以下の様な選択肢がある。

- a. ネットワーク層プロトコルとしてIPv4を用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- b. ネットワーク層プロトコルとしてIPv6を用いる
  - b1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - b2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- c. ECHONET Lite電文を直接IEEE1901フレームに載せる

表 13 IEEE 1901

プロトコルスタック	プロトコル・規定			
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite			
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP	b1. UDP	b2. TCP
ネットワークレイヤプロトコル	a. IPv4		b. IPv6	
データリンクレイヤプロトコル	IEEE1901 (ISP共存機能含む)			
物理レイヤプロトコル				
媒体	電力線			

- a1.の詳細は、2.1 UDP/IPv4 を参照。
- a2.の詳細は、2.3 TCP/IPv4 を参照
- b1.の詳細は、2.2 UDP/IPv6 を参照。
- b2.の詳細は、2.4 TCP/IPv6を参照。
- c.に関する規定については現在、公開されている規格文書は存在しない。

ISP (Inter-System Protocol) は、異種PLC共存仕様であり、ITU-T G.9972と同等の仕様である。

IEEE1901のうちHD-PLCは、2.12 JJ-300.20 JJ-300.21を参照。

なお、国内では電波法施行規則により、利用可能な周波数帯域は、2MHzから30MHzである。

### 参考文献

- [1] IEEE1901-2010, IEEE Standard for Broadband over Power Line Networks: Medium Access Control and Physical Layer Specifications
- [2] 電波法施行規則 第44条、第46条、第46条の2、第46条の3「広帯域電力線搬送通信設備」

## 2.11 TTC JJ-300.11 (ITU-T G.9903)

ECHONET Lite を ITU-T G.9903 (低周波 PLC の一つである G3-PLC) で利用するときには、以下の様な選択肢がある。

- a. ネットワーク層プロトコルとして IPv6 ならびに 6LoWPAN を用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとして UDP を用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとして TCP を用いる
- b. ECHONET Lite 電文を直接 ITU-T G.9903 フレームに載せる

表 14 ITU-T G.9903

プロトコルスタック	プロトコル・規定	
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite	
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP
ネットワークレイヤプロトコル	a. IPv6 / 6LoWPAN	
データリンクレイヤプロトコル	G.9903	
物理レイヤプロトコル	G.9901/G.9903	
媒体	電力線	

a1.の詳細は、JJ-300.11を参照。

a2., b.に関する規定については現在、公開されている規格文書は存在しない。

### 参考文献

- [1] ITU-T勧告 G.9901, Narrow-band OFDM power line communication transceivers - Power Spectral Density (PSD) Specification
- [2] ITU-T 勧告 G.9903, Narrow-band OFDM power line communication transceivers - G3-PLC
- [3] ARIB STD-T84: 電力線搬送通信設備 (10kHz～450kHz)
- [4] 電波法施行規則 第44条
- [5] TTC JJ-300.11

## 2.12 TTC JJ-300.20、JJ-300.21 (HD-PLC)

ECHONET Lite を HD-PLC(IEEE1901 方式)で利用するときには、以下の様な選択肢がある。

- a. ネットワーク層プロトコルとしてIPv4を用いる
  - a1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - a2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- b. ネットワーク層プロトコルとしてIPv6を用いる
  - b1. トランスポート層プロトコルとしてUDPを用いる
  - b2. トランスポート層プロトコルとしてTCPを用いる
- c. ECHONET Lite電文を直接TTC JJ-300.20フレームに載せる

表 15 TTC JJ-300.20、JJ-300.21(HD-PLC)

プロトコルスタック	プロトコル・規定				
セッション～アプリケーション	ECHONET Lite				
トランスポートレイヤプロトコル	a1. UDP	a2. TCP	b1. UDP	b2. TCP	c. Layer2のフレーム上にECHONET Lite
ネットワークレイヤプロトコル	a. IPv4		b. IPv6		
データリンクレイヤプロトコル	TTC JJ-300.20、JJ-300.21 (ISP共存機能含む)				
物理レイヤプロトコル					
媒体	電力線				

- a1.の詳細は、2.1 UDP/IPv4 を参照。
- a2.の詳細は、2.3 TCP/IPv4 を参照
- b1.の詳細は、2.2 UDP/IPv6 を参照。
- b2.の詳細は、2.4 TCP/IPv6を参照。
- c.に関する規定については現在、公開されている規格文書は存在しない。

ISP (Inter-System Protocol) は、異種PLC共存仕様であり、ITU-T G.9972と同等の仕様である。

なお、国内では電波法施行規則により、利用可能な周波数帯域は、2MHzから30MHzである。

### 参考文献

- [1] IEEE1901-2010, IEEE Standard for Broadband over Power Line Networks: Medium Access Control and Physical Layer Specifications
- [2] 電波法施行規則 第44条、第46条、第46条の2、第46条の3「広帯域電力線搬送通信設備」
- [3] TTC JJ-300.20
- [4] TTC JJ-300.21

### 第3章 ネットワークモデルと物理構成例

#### 3.1 ネットワークモデル

第1章で述べたとおり、エネルギーマネジメント関係のアプリケーションで期待が集まっている920MHz帯無線と狭帯域PLCでは、6LoWPANが利用される。また、ホームネットワークとはIPリーチャブルとはせずに、アプリケーションレベルゲートウェイを介してホームネットワークに接続する場合や非IPネットワークを利用する場合もある。

これらを考慮したホームネットワークモデルを図 9に示す。

ここで、ネットワーク (A)、(B)、(C) は、以下のように定義する。

- ・ ネットワーク (A) : WANルータにIPリーチャブルなIPネットワーク
- ・ ネットワーク (B) : ネットワーク (A)にIPリーチャブルでないIPネットワーク
- ・ ネットワーク (C) : 非IPネットワーク

ネットワーク (A)、ネットワーク (B) は、IPv4ネットワーク、IPv6ネットワーク、または、6LoWPANで構成される。

また、ネットワークモデルにおける機能説明を表 16に、インタフェース参照点の定義を表 17に示す。

表 16 機能説明

機能要素	概要	具体例
IP機器	・ネットワーク(A)または、(B)に接続してIPv4機器、IPv6で利用する機器	・PC、テレビ等、IPv4/IPv6で接続される機器 ・6LoWPANインタフェースで接続される機器
APレベルGW	・アプリケーションレイヤでデータの中継するGW	・プロキシサーバ
IPレベルGW	・IPレイヤでパケットの中継するGW	・6LoWPANホーダールータ
アダプタ	・非IP機器をホームNWに接続するGW	・VoIPアダプタ
WANルータ	・ネットワーク(A)のルーティング機能と回線接続機能	・BBルータ、HGW、IP-PBX等

表 17 インタフェース参照点の定義

A点	ネットワーク(A)の接続機器I/F
A'点	ネットワーク(A)内の6LoWPANネットワークの機器I/F
B点	ネットワーク(B)の接続機器I/F
B'点	ネットワーク(B)内の6LoWPANネットワークの機器I/F
C点	非IPネットワークへの接続機器I/F
N点	WANとWANルータ間のI/F

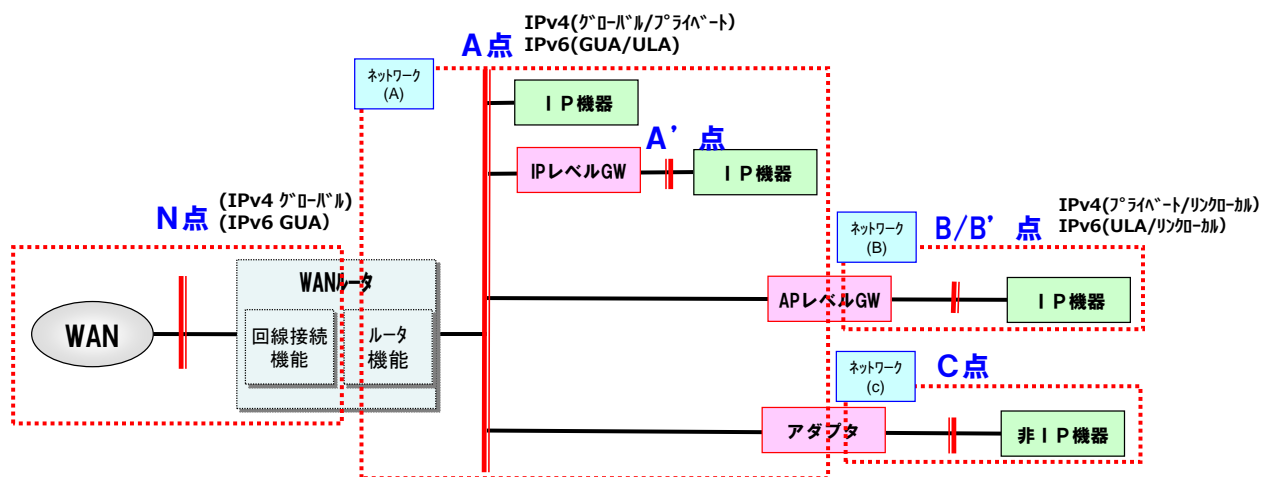


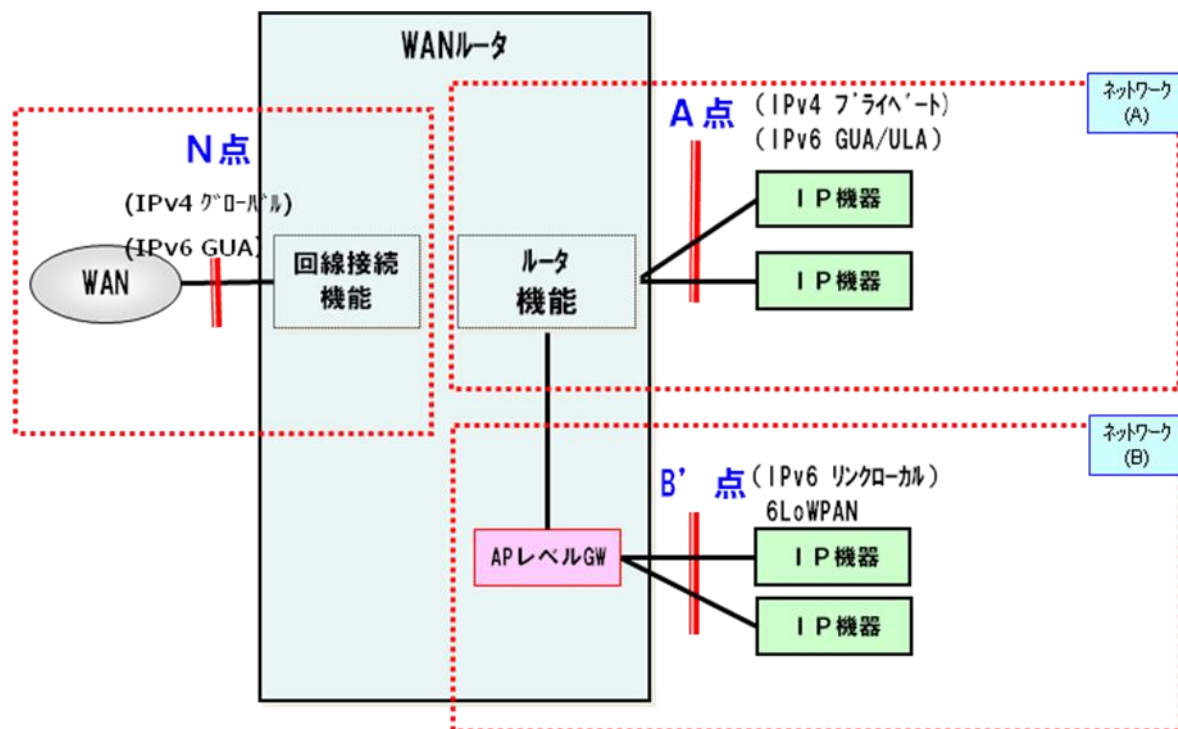
図 9 ネットワークモデル

### 3.2 物理構成例

ネットワークモデルで示す機能がどの装置に実装されるかは、製品依存である。以下の2つの実装例を示す。

#### (1)物理構成例1

物理構成例1を図 10に示す。WANルータが、A点I/FとB'点I/Fを持ち、ネットワーク (B) が6LoWPANで、アドレスがIPv6リンクローカルの場合である。





(2)物理構成例2

物理構成例2を図11に示す。IP機器としてのHEMSコントローラがネットワーク(A)に接続され、APレベルGW機能を介してB'点I/Fを持ちネットワーク(B)のアドレスはリンクローカルとしている。

この場合、HEMSコントローラとA点のIP機器は、WANルータを介してA点に接続されたIP機器と通信できる。

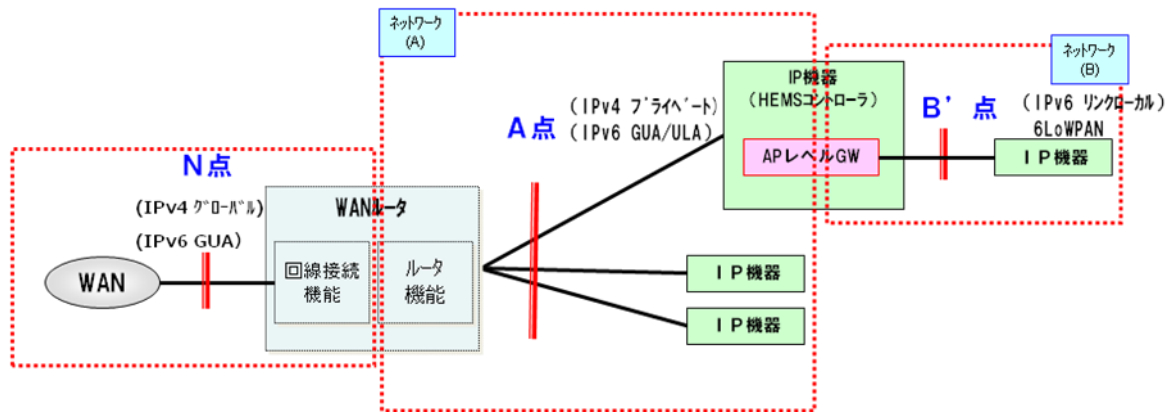


図 11 物理構成例 2