

# 第3-3部 伝送メディアと下位通信ソフトウェア仕様

## IPv6 編

## 改定履歴

- ・Version4.00 Draft      2011年 4月 7日      コンソーシアム会員内公開。  
変更のある目次項目は、以下の通り。

	変更部位 (目次項目)	追加・変更概要
1	全般	・「第3部 伝送メディアと下位通信ソフトウェア仕様」を3つのドキュメントに分割し、本書は「第3-3部 伝送メディアと下位通信ソフトウェア仕様 IPv6 編」として新規作成
2	第1章～第4章	新規作成

- ・Version4.00      2011年 6月30日      コンソーシアム会員内公開。  
変更のある目次項目は、以下の通り。

	変更部位 (目次項目)	追加・変更概要
1	1.3	・「新規伝送メディア」の「新規」を削除
2	1.4	「郵政省」を「総務省」に変更

- ・ エコーネットコンソーシアムが発行している規格類は、工業所有権(特許, 実用新案など)に関する抵触の有無に関係なく制定されています。エコーネットコンソーシアムは、この規格類の内容に関する工業所有権に対して、一切の責任を負いません。
- ・ 本規格発行者は有償・無償を問わず、いかなる第三者に対しても JAVA, IrDA, Bluetooth®, HBS のライセンスを許諾する権限や免責を与える権限を有していません。JAVA, IrDA, Bluetooth®, HBS を使用する場合、当該使用者は自己の責任と判断に基づき、上記規格について使用許可を得るなどの措置が必要です。
- ・ この書面の使用による、いかなる損害も責任を負うものではありません。

## 目次

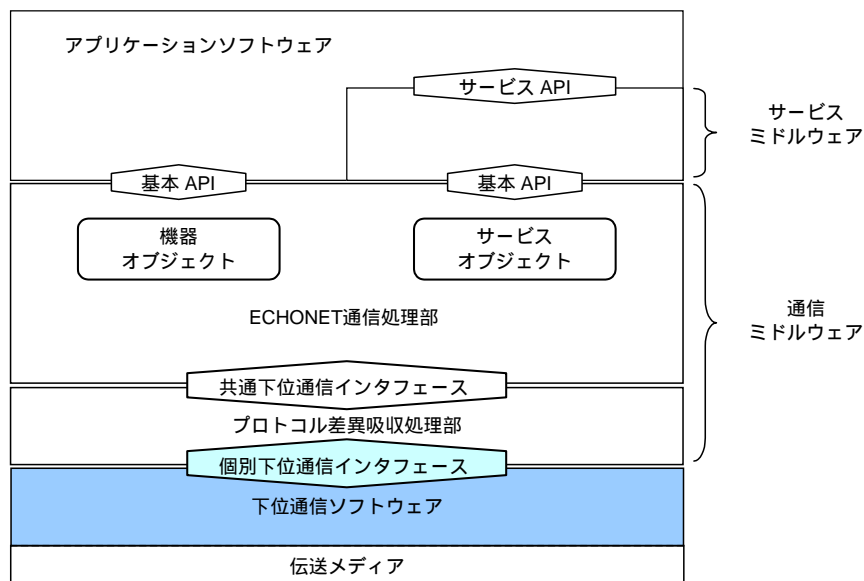
第 1 章 IPv6 下位通信ソフトウェア、および伝送メディア通信プロトコル仕様の概要.....	1-1
1.1 通信レイヤ上の位置づけ.....	1-1
1.2 IPv6 下位通信ソフトウェア概要.....	1-2
1.3 伝送メディア概要.....	1-4
1.4 他規格との関連.....	1-4
第 2 章 IPv6 通信プロトコル共通仕様.....	2-1
2.1 方式概要.....	2-1
2.1.1 用語定義.....	2-1
2.1.2 適用規格.....	2-3
2.1.3 規格化範囲.....	2-3
2.1.4 通信モデル.....	2-3
2.2 機械・物理特性.....	2-6
2.3 電氣的仕様.....	2-6
2.4 論理仕様.....	2-6
2.4.1 論理仕様 (伝送メディア).....	2-7
2.4.2 論理仕様 (IPv6 レイヤ).....	2-7
2.4.3 論理仕様(UDP インタフェース).....	2-8
2.4.4 パケットフォーマット.....	2-8
2.4.5 ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンス.....	2-26
2.4.6 MAC アドレスサーバ機能.....	2-26
2.5 基本シーケンス (ソフトウェア内部状態遷移仕様).....	2-29
2.5.1 基本的な考え方.....	2-29
第 3 章 IPv6/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様.....	3-1
3.1 方式概要.....	3-1
3.1.1 適用規格.....	3-2
3.1.2 通信モデル.....	3-2
3.1.3 規格化範囲.....	3-2
3.2 機械・物理仕様.....	3-3
3.3 電気仕様.....	3-3
3.4 論理仕様.....	3-3
3.4.1 論理仕様 (Ethernet・IEEE802.3 ネットワークレイヤ).....	3-3
3.4.2 パケットフォーマット.....	3-3
3.5 基本シーケンス (ソフトウェア内部状態遷移仕様).....	3-4
3.5.1 基本的な考え方.....	3-4
3.5.2 停止状態.....	3-6

3.5.3	初期化処理中状態 .....	3-6
3.5.4	通信停止状態 .....	3-7
3.5.5	通常動作状態 .....	3-8
3.5.6	エラー停止状態 .....	3-9
3.5.7	一時停止状態 .....	3-9
第4章 IPv6/6LoWPAN 通信プロトコル仕様 .....		4-1
4.1	方式概要 .....	4-1
4.1.1	適用規格 .....	4-1
4.1.2	通信モデル .....	4-3
4.2	機械・物理特性 .....	4-4
4.3	電氣的仕様 .....	4-4
4.4	論理仕様 .....	4-4
4.4.1	論理仕様 (IEEE802.15.4) .....	4-4
4.4.2	論理仕様 (6LoWPAN) .....	4-5
4.4.3	パケットフォーマット .....	4-6
4.5	基本シーケンス (ソフトウェア内部状態遷移仕様) .....	4-7
4.5.1	基本的な考え方 .....	4-7
4.5.2	停止状態 .....	4-8
4.5.3	コールドスタート状態 .....	4-8
4.5.4	ウォームスタート状態 .....	4-9
4.5.5	通信停止状態 .....	4-9
4.5.6	動作状態 .....	4-10
4.5.7	エラー停止状態 .....	4-11
4.5.8	一時停止状態 .....	4-12
付録1	プロトコル仕様の時間パラメータ値 .....	4-13

## 第1章 IPv6 下位通信ソフトウェア、および伝送メディア通信プロトコル仕様の概要

### 1.1 通信レイヤ上の位置づけ

図1.1に当規格における伝送メディアの位置づけを示す。IPv6 伝送メディアは図の最下層に示す2種類の伝送メディア(小電力無線イーサネット)から構成される。通信ミドルウェア部との接続については第6部の個別下位通信インタフェースにて規定する。



標記	下位通信ソフトウェアの名称	伝送メディア
J	Ethernet IEEE802.3 (UDP/IPv6)	イーサネット
K	6LoWPAN/IEEE802.15.4 (UDP/IPv6)	小電力無線

Ethernet は、Xerox Corporation の登録商標です。  
その他すべての商標は、それぞれの所有者に属するものです。

図1.1 ECHONET アーキテクチャ

## 1.2 IPv6 下位通信ソフトウェア概要

IPv6 下位通信ソフトウェアとして、ECHONET では、下記に示す2種類の下位通信ソフトウェアについて規定を行なう。詳細については各下位通信ソフトウェア毎に第2章以降で述べる。

### 小電力無線下位通信ソフトウェア

ARIB 標準規格 STD-T66、または STD-T96 に基づき、IEEE802.15.4 または IEEE802.15.4c, 15.4d の小電力無線に基づいたメディアを使用する IPv6 下位通信ソフトウェア。プロトコルとして UDP/IPv6 を使用する。

### IPv6/Ethernet・IEEE802.3 依存下位通信ソフトウェア

Ethernet または IEEE802.3 規格に基づいたメディアを使用する IPv6 下位通信ソフトウェア。プロトコルとして UDP/IPv6 を使用する。

各ソフトウェアとサポートする伝送メディアの関係を表に示す。

表1.1 各ソフトウェアとサポートする伝送メディアの関係

伝送媒体	電線	小電力無線	赤外線	ペア線
IPv6/Ethernet・IEEE802.3 依存下位通信ソフトウェア	-	-	-	同軸 ファイバ(含む)
IPv6/LoWPAN 依存下位通信ソフトウェア	-	○ (IEEE802.15.4 IEEE802.15.4c,d)	-	-

また、下位通信ソフトウェアとして備えるべき必須機能を以下に示す。

- ・自己MACアドレスのサブネット内ユニーク性保証機能
- ・ECHONET 電文のコンテナとしての機能
- ・サブネット内通信機能
- ・自己プロファイルの保持と、これを通信ミドルウェアへ通知する機能
  - MACアドレス長
  - MACアドレスマスクパターン
  - NUL Lの場合は別途変換規則が規定される
  - MACアドレス
  - 最大電文長
  - 下位通信ソフトウェア識別ID
  - 伝送メディア識別ID
  - 同報経路識別ID
  - 伝送レート
- ・自己ステータスの保持と、これを通信ミドルウェアに通知する機能
  - 必須ステータスは以下の5つとする
  - ・停止

- ・初期化
- ・通常動作
- ・エラー停止
- ・一時停止

各メディアのシーケンスについては、各章の基本シーケンス参照。

### 1.3 伝送メディア概要

ECHONET においてサポートされる伝送メディアの種類、および特徴を以下に示す。

#### 小電力無線

小電力無線通信は、信号線の配線工事が不要で設置が容易であることから新築・既築建物に関わらず有効な通信方式である。また、電池電源とすれば AC 電源のないところに設置する機器や携帯する機器に有望である。特長は以下である。

- ・壁などを通して部屋間の通話や屋外との通話が可能である。
- ・法律で規制されており周波数が無秩序に使用されること等がない。
- ・使用者の無線免許申請が不要で扱いやすい。

#### ツイストペア線

ツイストペア線は、電線を2本ずつ撚り合わせて対にした通信用ケーブルである。特長は以下である。

- ・信頼性が高い
- ・セキュリティが高い

### 1.4 他規格との関連

#### IPv6/Ethernet・IEEE802.3 プロトコル

本規格は Ethernet または IEEE802.3 規格を前提にし UDP/IPv6 関連のインターネット標準規格を適用する。

#### IPv6/6LoWPAN

本規格は 6LoWPAN 及び IEEE802.15.4 規格を前提にし UDP/IPv6 関連のインターネット標準規格を適用する。

#### 小電力無線

本規格は、以下の内容を含んだ ARIB 標準規格に適合する。

- ・法律：電波法、電気通信事業法
- ・法律に基づき総務省が定める省令：電波法施行規則、無線設備規則、技術基準適合証明に関する規則、電気通信事業法施行規則、端末設備等規則、技術基準適合認定に関する規則
- ・法律や省令に基づく総務省告示

ARIB 標準規格は、社団法人 電波産業会で入手できる。

電話03-5510-8590、03-3592-1103、<http://www.arib.or.jp/>



## 第2章 IPv6 通信プロトコル共通仕様

### 2.1 方式概要

本章では ECHONET ドメインの中において Internet Protocol Version 6 (以下、IPv6) に準拠した伝送メディアを収容するための ECHONET/IPv6 通信プロトコル共通仕様について規定する。Internet Protocol Version 4 (IPv4) 及び、ECHONET ゲートウェイを介して ECHONET ドメインの外と接続する場合の IPv6 通信仕様については本章の範囲外とする。

本章で規定する範囲は ECHONET 通信ミドルウェアから見れば、レイヤ 1、2 に相当する。UDP/IPv6 から見ればアプリケーションレイヤとして位置づけられる。IPv6 に対応した ECHONET 機器同士の相互接続性の確保とソフトウェア実装の軽量化を狙いとして、ECHONET が使用する IPv6 機能は IPv6 Ready Logo Phase-1(Special Device) で定められた仕様の範囲内とする。ECHONET/IPv6 通信プロトコルのノードはステートレス自動設定で IPv6 アドレスを構成し、IPv6 リンクローカルアドレスを使用する。IPv6 グローバルアドレスを使用する場合については、本章の対象外とする。

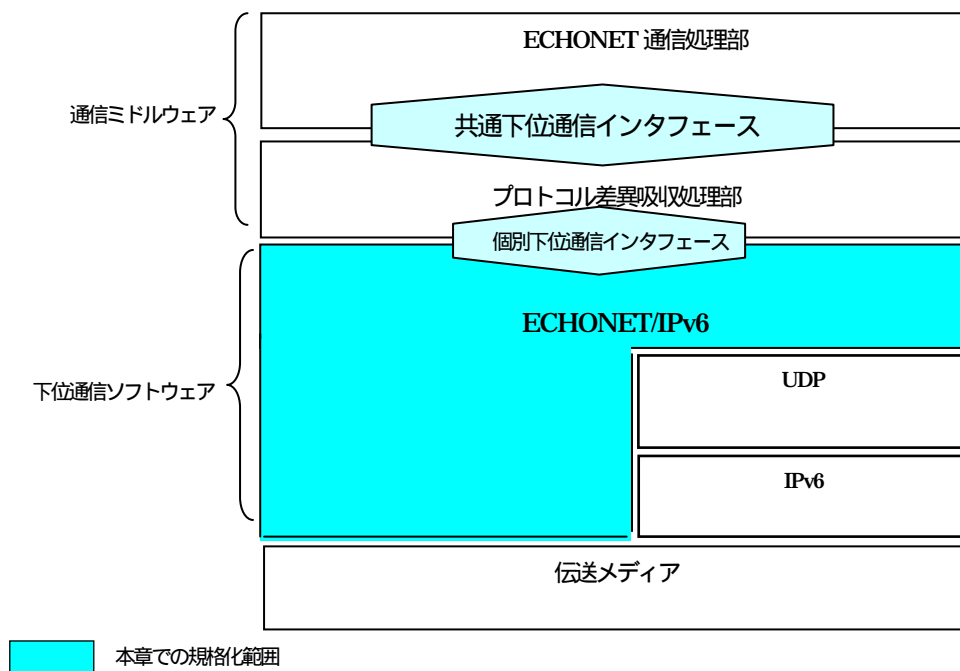


図2.1 レイヤ構成

#### 2.1.1 用語定義

本項において、IPv6 通信プロトコル共通仕様に関わる用語を定義する。

##### (1) ハードウェアアドレス、ECHONET MAC アドレス

IEEE802.11 標準規格内で用いられる「MAC アドレス」は ECHONET 規格では「八

ードウェアアドレス」と呼んでいる。一方 ECHONET 規格内で用いられる「MAC アドレス」とは一般に「ECHONET MAC アドレス」の事を指している。

本章においても、原則として IEEE802 標準規格で用いられる MAC アドレスをハードウェアアドレス、ECHONET 規格で用いられる MAC アドレスを ECHONET MAC アドレスと呼称し区別するものとする。

ただし、IEEE や OSI 参照モデルの引用などではネットワーク用語を使わなければ混乱を招く恐れがあるため、ECHONET の接頭語の付かない MAC はハードウェアアドレスの事を指すものとする。

ECHONET MAC : ECHONET 規格で用いられる MAC  
 MAC、ハードウェアアドレス : 標準的ネットワーク用語の MAC

ハードウェアアドレス値は IPv6 共通プロトコル仕様では、IPv6 アドレス体系のインタフェース識別子の値またはそれに順ずるものであり、ハードウェアアドレス長は 8 バイトとする。

#### ( 2 ) ハードウェアタイプ

ハードウェアタイプとは、ECHONET/IPv4 または ECHONET/IPv6 通信において、ハードウェアアドレスを区別したり、タイムアウト値など通信に係る各種パラメータの参考にするものとする。

そのため、MAC アドレスの種類と伝送メディアの特徴毎に採番する。ハードウェアタイプの値は IPv4 および IPv6 伝送メディア依存とする。以下にハードウェアタイプ値の一覧を示す。

表 2 . 1 ハードウェアタイプの値

	ハードウェアタイプ	ハードウェアアドレス
Bluetooth	0 (0x00)	48bit Ethernet アドレス
Ethernet(10Mb)	1 (0x01)	48bit Ethernet アドレス
IEEE802.3	6 (0x06)	48bit IEEE 802 アドレス
Ethernet (IPv6)	17(0x11)	EUI-64 アドレス
6LoWPAN (IEEE802.15.4 2.4GHz)	18 (0x12)	EUI-64 アドレス
6LoWPAN (IEEE802.15.4 860/915MHz)	19 (0x13)	EUI-64 アドレス
6LoWPAN (IEEE802.15.4c,d)	20 (0x14)	EUI-64 アドレス
IPv6 インタフェース識別子の 手動設定	32 (0x1F)	MAC アドレス無し媒体

## 2.1.2 適用規格

IPv6 関連規格の以下を適用する。

- ・ RFC2460 (Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification)
- ・ RFC2461 (Neighbor Discovery for IPv6)
- ・ RFC2462 (IPv6 Stateless Address Autoconfiguration)
- ・ RFC2463 (ICMPv6)
- ・ RFC768 (UDP: User Datagram Protocol)

なお、IPv6 の伝送メディア毎の適用規格は別の章で規定する。

## 2.1.3 規格化範囲

規格化の範囲は以下のインタフェース仕様を規定するものである。

- ・ ECHONET/IPv6 通信ソフトウェア
- ・ UDP/IPv6 のインタフェース
- ・ IPv6 下位通信ソフトウェアインタフェース

## 2.1.4 通信モデル

### (1) トポロジー

ECHONET のサブネットは、IPv6 のサブネットに内包される。IPv6 のサブネットは IP ルータを挟まずに物理的に接続された IPv6 ノードの集まりである。トポロジーの詳細については IPv6 の伝送メディア毎に別の章で規定する。

### (2) 端末数制限

ECHONET のアドレス数制限から、サブネット当り最大 256 個とする。

(3) 異なる伝送メディアとの接続

異なる伝送メディアとの接続は、以下の2つの方法とする。

- ・ECHONET ルータ経由の接続 ( 図2.2 参照 )
- ・IP レイヤ2ブリッジ接続 ( 図2.3 参照 )

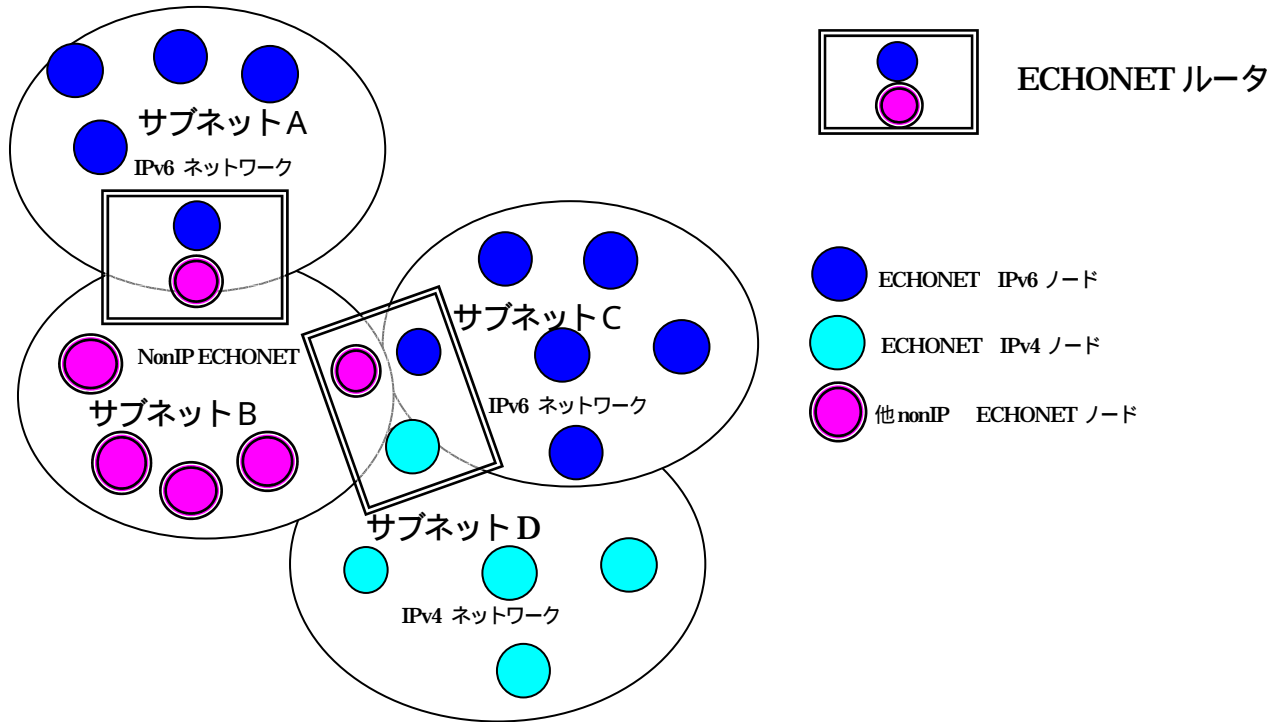


図2.2 ECHONET ルータで接続されたサブネット例

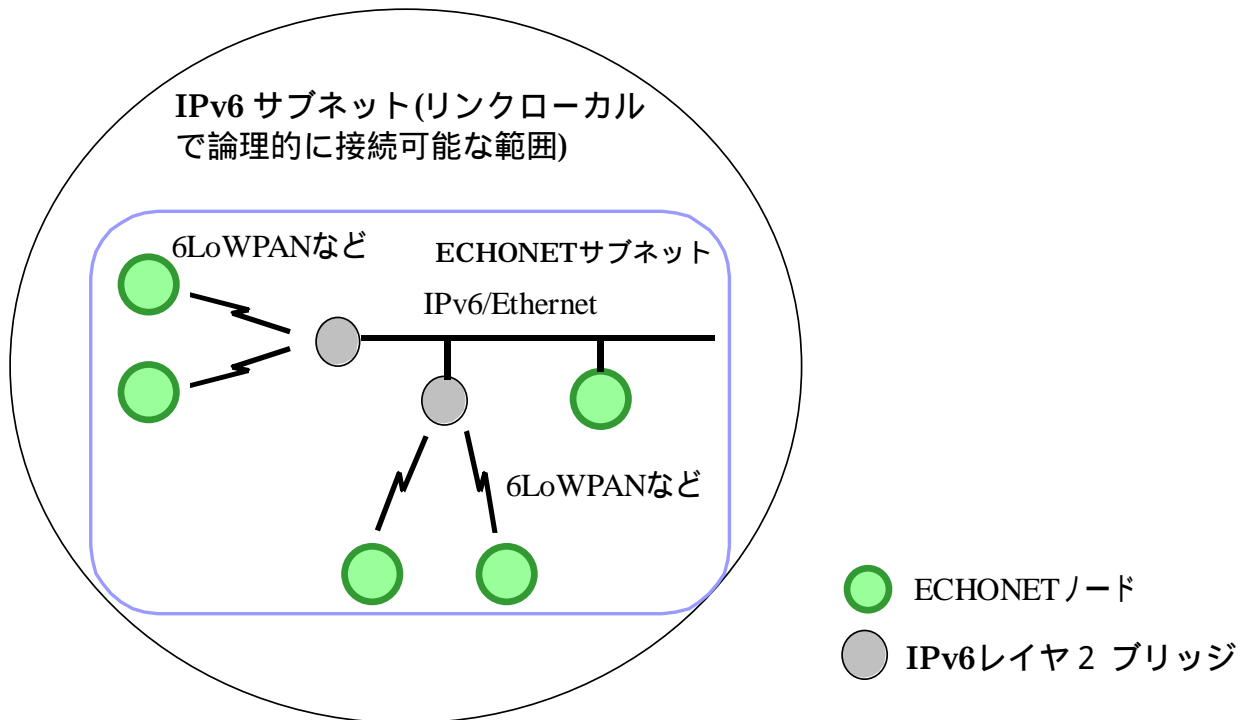


図2.3 IPレイヤ2ブリッジ接続の例

## (4) ルーティング

IP ルータを介した ECHONET 通信を禁止とする。他の IP サブネットのノード宛てパケットを送信してはならない。また他の IP サブネットのノードから到達したパケットを破棄しなければならない。

## (5) パケット長

ECHONET/IPv6 ノード間でやりとりされるパケットのうち、後述する ECHONET フレーム転送パケットが最大長である。ECHONET フレーム転送パケットは ECHONET 伝送フレームと SA/DA 情報などのヘッダから構成される。ECHONET 伝送フレームの最大パケット長は EDATA の最大サイズ 262Byte に、EDC 情報を 1Byte 追加したサイズである。SA/DA 情報などのヘッダは最大 14Byte であり、ECHONET フレーム転送パケットの最大長は 277Byte である。

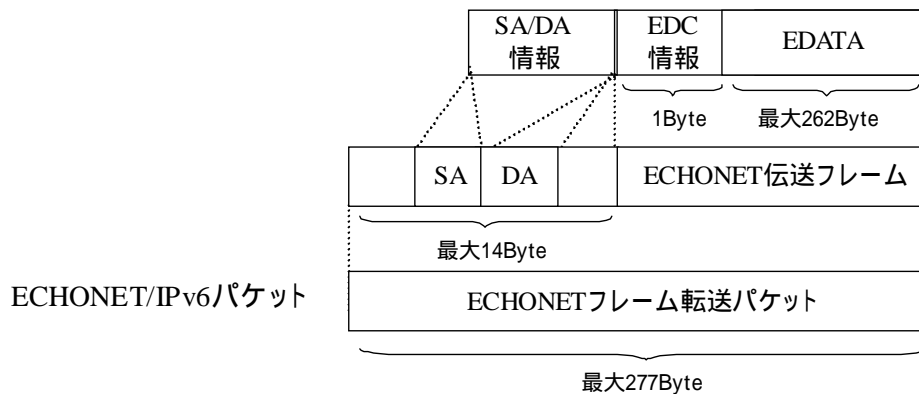


図2.4 ECHONET フレーム転送パケット

IPv6 ノードでは IPv6 以下のレイヤでパケットの分割、結合をするため、ECHONET プロトコル差異吸収処理部において ECHONET 伝送フレームを複数の ECHONET 伝送フレームに分割して送信することを禁止する。

#### (6) タイムアウト時間

送信パケットに対する対象ノードからの応答パケットの受理可能時間は、特にブリッジが介在する場合はブリッジ性能、ブリッジを含むサブネット内各ノードの処理速度、ノード総数等々の要因でシステム毎、状態毎に夫々異なる値となる。

よって、伝送メディア毎に推奨値を付録に規定するものとする。

## 2.2 機械・物理特性

IPv6 の伝送メディア毎に別の章で規定する。

## 2.3 電氣的仕様

IPv6 の伝送メディア毎に別の章で規定する。

## 2.4 論理仕様

ECHONET/IPv6 ノード間でやりとりされるパケットは、第2部第4章で規定する ECHONET フレームをカプセル化するパケットと及びその制御パケット（アドレス解決パケット等）の2つに分けられる。ECHONET フレームは分割すること無く ECHONET 伝送フレームに格納される。

ECHONET 伝送フレームは図2.5で示すように SA/DA 情報などとともに ECHONET フレーム転送パケットとして再構成される。ECHONET フレーム転送パケットは UDP ヘッダおよび IPv6 ヘッダとともに UDP/IPv6 パケットとして再構成される。

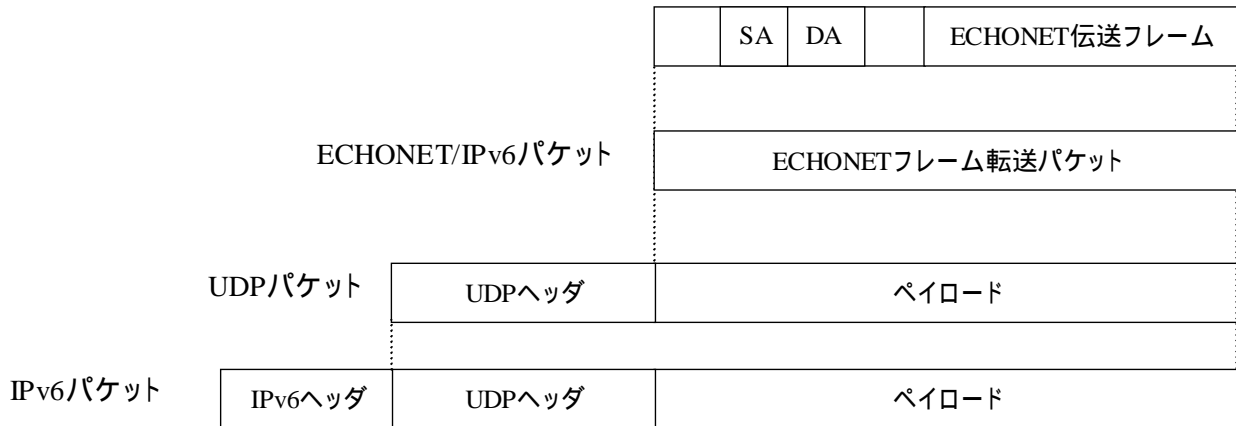


図2.5 ECHONET 伝送フレームのカプセル化

### 2.4.1 論理仕様 (伝送メディア)

IPv6 の伝送メディア毎に別の章で規定する。

### 2.4.2 論理仕様 (IPv6 レイヤ)

#### (1) IPv6 ノードの機能

IPv6 レイヤにおいては、以下の機能の実装を必須とする。これは、IPv6 Ready Logo Special Device に準拠可能な最小限の必須機能である。

- RFC2460 (Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification)
- RFC2461 (Neighbor Discovery for IPv6)
- RFC2462 (IPv6 Stateless Address Autoconfiguration)
- RFC2463 (ICMPv6)

#### (2) IPv6 アドレス構成

各ノードはステートレス自動設定で IPv6 アドレスを構成し、IPv6 リンクローカルアドレスを使用する。リンクローカルアドレスのプレフィックスは「FE80::/10」を使用する。また、全ノード IPv6 マルチキャストアドレス「FF02::1」に加入する。

#### (3) アドレス種別

IPv6 ヘッダの送信元アドレスは、ECHONET フレームの電文種別に関係なく、送信元の IPv6 リンクローカルアドレスのユニキャストアドレスを使用する。

IPv6 ヘッダの送信先アドレスは、ECHONET フレームが個別電文の場合と、ECHONET フレームの同報電文及びグループ同報電文の場合とで異なる。ECHONET フレームの個別電文では、送信先ノードの IPv6 リンクローカルアドレスのユニキャストアドレスを使用する。ECHONET フレームの同報電文及びグループ同報電文では、送信先の IPv6 リンクローカルア

ドレスのIPv6 マルチキャストアドレス「FF02::1」を使用する。

### 2.4.3 論理仕様(UDP インタフェース)

ECHONET/IPv6 レイヤにおいて、ノード間の通信はRFC768(UDP: User Datagram Protocol)に基づいてUDPを用いて行なう。UDP パケットにおける送信先 PORT 番号は3610とする。送信元 PORT 番号は規定しない。

UDP/IPv6 アプリケーションからUDP/IPv6 にアクセスする場合には、ソケットインタフェースあるいはこれに準じたものが一般的に使用される。これらはOSや開発環境に大きく依存する。詳細は、開発プラットフォームのUDP/IPv6 インタフェース仕様書を参照頂きたい。

### 2.4.4 パケットフォーマット

ECHONET フレーム、及びその制御パケット(アドレス解決パケット等)は、図2.6のようなフォーマットでネットワーク上をUDPパケットでカプセル化されて転送される。このパケットフォーマットはECHONET/IPv4で規定したパケットフォーマットを踏襲する。ただし、ECHONET/IPv6のパケットのバージョン番号は0x02とする。IPv6通信プロトコル共通仕様では、パケット内の各種の値はIPv6に対応させるものとする。

バージョン 番号 (0x02)	パケット タイプ 番号	パケットタイプ番号依存
--------------------	-------------------	-------------

図2.6 各種パケットのパケットフォーマット

本パケットフォーマットにおいては、最も左側のビットをMSB、最も右側のビットをLSBとする。各バイトの送信は上位ビット(MSB)から送信する。

また、Flag フィールドにおけるbit7とはMSB、即ち最も左側のビット。以降、右に1ビットづつbit6、bit5と続き、LSB、即ち最も右側のビットがbit0とする。

本章において、“null”と指定された領域には、0x00の値を入れるものとする。また、パディングと指定された領域には、0x00の値を入れるものとする。また、本章におけるサイズの単位はバイト(オクテット)である。



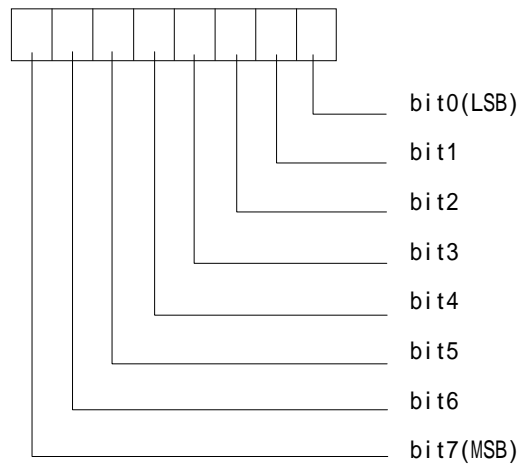


図2.7 Flagフィールドのビット表記

以下にパケットタイプ番号の一覧を示す。なお、表中において、「全ノード必須」と書かれているパケットタイプ番号のパケットについては、全てのECHONETノードがサポートする必要がある。一方、「アドレスサーバのみ必須」と書かれているパケットタイプ番号のパケットについては、MACアドレスサーバになる可能性があるノードのみがサポートすれば良いことを意味する。

なお、パケットタイプ番号128～255番は、ECHONET Lite規格との共存のため使用禁止とする。

表2.2 パケットタイプ番号の一覧

パケットタイプ番号	パケットの種類	サポートの必要性
0 (0x00)	ECHONET フレーム転送	アドレスサーバを除く全ノード必須
1 (0x01)	MAC/IPv6 アドレス解決要求	全ノード必須
2 (0x02)	MAC/IP v6 アドレス解決応答	全ノード必須
3 (0x03)	リザーブ	
4 (0x04)	リザーブ	
5 (0x05)	ハード/MAC 逆アドレス解決要求	全ノードオプション
6 (0x06)	ハード/MAC 逆アドレス解決応答	全ノード必須
7 (0x07)	MAC アドレス初期化要求	全ノード必須 (手設定モードのみのノードは不要)
8 (0x08)	MAC アドレス初期化応答	全ノード必須
9 (0x09)	MAC アドレスサーバ初期化応答	アドレスサーバのみ必須
10 (0x0a)	MAC アドレス割当応答	全ノード必須 (手設定モードのみのノードは不要)
11 (0x0b)	MAC アドレス確認要求	全ノード必須 (手設定モードのみのノードは不要)
12 (0x0c)	MAC アドレス確認応答	全ノード必須
13 (0x0d)	MAC アドレス全ノード要求	全ノードオプション
14 (0x0e)	MAC アドレス全ノード応答	全ノード必須
15 (0x0f)	MAC アドレスサーバ検出要求	アドレスサーバのみ必須
16 (0x10)	MAC アドレスサーバ通知	アドレスサーバのみ必須
17 (0x11)	MAC アドレスサーバ検出応答	アドレスサーバのみ必須
18 (0x12)	ネットワーク管理メッセージ (宛先不明)	全ノードオプション
19 (0x13)	ネットワーク管理メッセージ (ECHONET MAC アドレス重複)	全ノードオプション
20 ~ 31 (0x14 ~ 0x1F)	For Future Reserved	
32 (0x20)	リザーブ	
33 (0x21)	リザーブ	
34 ~ 127 (0x22 ~ 0x7F)	For Future Reserved	
128 ~ 255 (0x80 ~ 0xFF)	使用禁止	

## (1) ECHONET フレーム転送

- (ア) ECHONET 伝送フレームが格納される。
- (イ) 本 ECHONET 伝送フレームを送信するノードを送信側ノード、受信するノードを受信側ノードと呼ぶ。
- (ウ) 送信側ノードのハードウェアタイプ、ハードウェアアドレス長、ハードウェアアドレス、ECHONET MAC アドレス、受信側ノードの ECHONET MAC アドレスを付与した形で、ECHONET 伝送フレームを転送する。
- (エ) 送信する ECHONET 伝送フレームが同報、あるいはグループ同報のフレームである場合には、受信側ノードの ECHONET MAC アドレスには、送信側ノードの ECHONET MAC アドレスの値を入れておくものとする。

表2.3 ECHONET フレーム転送パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	値 0x00 を入れる (ECHONET フレーム転送)
DMAC	1	受信側ノードの ECHONET MAC アドレス
SMAC	1	送信側ノードの ECHONET MAC アドレス
SHType	1	送信側ノードのハードウェアタイプ
SHLen	1	送信側ノードのハードウェアアドレス長
SHAddr	SHLen	送信側ノードのハードウェアアドレス
Msg		ECHONET 伝送フレームを格納する

## (2) MAC/ハードアドレス解決要求/応答

- (ア) ある ECHONET MAC アドレスを持つ ECHONET ノードのハードウェアアドレスを知りたい場合に用いるパケットである。
- (イ) ECHONET MAC アドレスを解決したい(IP アドレスを知りたい)ノードを要求側ノードと呼ぶ。一方、要求を受けて、アドレスの対応関係を答える側のノードをターゲットノードと呼ぶ。
- (ウ) 要求側ノードが、解決したい ECHONET MAC アドレスを含んだ MAC /IP アドレス解決要求パケットを ECHONET サブネット内にマルチキャストする。これに対してターゲットノードは、MAC/IP アドレス解決応答パケットにて、各種のアドレスを含んだ IP アドレス解決応答パケットを送信する。

以下に MAC/IP アドレス解決要求パケットのフォーマットを示す。

表2.4 MAC/IP アドレス解決要求パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (IP アドレス解決要求。値 0x01 を入れる)
Padding	1	パディング (null を入れる)
RMAC	1	要求側ノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
RHType	1	要求側ノードのハードウェアタイプ
RHLen	1	要求側ノードのハードウェアアドレス長
RHAddr	RHLen	要求側ノードのハードウェアアドレス
Padding	1	パディング (null を入れる)
TMAC	1	ターゲットノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
THType	1	ターゲットノードのハードウェアタイプ (null を入れる)
THLen	1	ターゲットノードのハードウェアアドレス長 (RHLen を入れる)
THAddr	THLen	ターゲットノードのハードウェアアドレス(null を入れる)

以下に、MAC/ハードアドレス解決応答パケットのフォーマットを示す。

表2.5 MAC/ハード アドレス解決応答パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (IP アドレス解決応答。値 0x02 を入れる)
Padding	1	パディング (null を入れる)
RMAC	1	要求側ノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
RHType	1	要求側ノードのハードウェアタイプ
RHLen	1	要求側ノードのハードウェアアドレス長
RHAddr	RHLen	要求側ノードのハードウェアアドレス
Padding	1	パディング (null を入れる)
TMAC	1	ターゲットノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
THType	1	ターゲットノードのハードウェアタイプ
THLen	1	ターゲットノードのハードウェアアドレス長
THAddr	THLen	ターゲットノードのハードウェアアドレス

## (3) ハード/MAC 逆アドレス解決要求/応答

- (ア) あるハードウェアアドレスを持つ ECHONET ノードの ECHONET MAC アドレスを知りたい場合に用いるパケットである。
- (イ) ハードウェアアドレス (EUI-64 アドレス等) を解決したい (ECHONET MAC アドレスを知りたい) ノードを要求側ノードと呼ぶ。一方、要求を受けて、アドレスの対応関係を答える側のノードをターゲットノードと呼ぶ。
- (ウ) 要求側ノードが解決したいターゲットハードウェアタイプ、ハードウェアアドレス長、及びハードウェアアドレスを含んだハード/ECHONET 逆アドレス解決要求パケットを、ECHONET サブネット内にマルチキャストする。これに対して、ターゲットノードは、各種のアドレスを含んだハード/ECHONET 逆アドレス解決応答パケットを送信する。

以下に、ハード/MAC 逆アドレス解決要求パケットのフォーマットを示す。

表2.6 ハード/MAC 逆アドレス解決要求パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (ハード/MAC 逆アドレス解決要求。値 0x05 を入れる)
Padding	1	パディング (null を入れる)
RMAC	1	要求側ノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
RHType	1	要求側ノードのハードウェアタイプ
RHLen	1	要求側ノードのハードウェアアドレス長
RHAddr	RHLen	要求側ノードのハードウェアアドレス
Padding	1	パディング (null を入れる)
TMAC	1	ターゲットノードの ECHONET MAC アドレス (null を入れる)
Padding	4	パディング (null を入れる)
THType	1	ターゲットノードのハードウェアタイプ
THLen	1	ターゲットノードのハードウェアアドレス長
THAddr	THLen	ターゲットノードのハードウェアアドレス

以下に、ハード/MAC 逆アドレス解決応答パケットのフォーマットを示す。

表2.7 ハード/MAC 逆アドレス解決応答パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (ハード/MAC 逆アドレス解決応答。値 0x06 を入れる)
Padding	1	パディング (null を入れる)
RMAC	1	要求側ノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
RHType	1	要求側ノードのハードウェアタイプ
RHLen	1	要求側ノードのハードウェアアドレス長
RHAddr	RHLen	要求側ノードのハードウェアアドレス
Padding	1	パディング (null を入れる)
TMAC	1	ターゲットノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
THType	1	ターゲットノードのハードウェアタイプ
THLen	1	ターゲットノードのハードウェアアドレス長
THAddr	THLen	ターゲットノードのハードウェアアドレス

## (4) MAC アドレス初期化要求 / 応答

ECHONET ノードの立ち上がり時に、自分の MAC アドレスを初期化させるために用いるパケットである。

立ち上がりノード (MAC アドレスの初期化を要求しているノード) を要求側ノードと呼ぶ。MAC アドレス初期化要求パケットは、ECHONET ノードの立ち上げ時(コールドスタート/ウォームスタート共に)に、MAC アドレス初期化手順を動作させるために送信するパケットである。オートモード(A - MODE)、及びサーバ必須モード(SR - MODE)で起動する全ての ECHONET ノードが、立ち上げ時に送信する必要がある。

MAC アドレス初期化要求パケットは、(1)ECHONET サブネット内に、MAC アドレスサーバが存在するかどうかを確認する、(2)ECHONET サブネット内の全てのノードに対して、MAC アドレス初期化応答パケット(自分の ECHONET MAC アドレスや IP アドレス等の対応関係を知するためのパケット)の送信を乞う、(3)自分が仮に決定した MAC アドレスを実際の MAC アドレスとして使っている ECHONET ノードが、サブネット内に存在するかどうかを確認する、という3つの意味を同時に含むパケットである。ECHONET サブネット内にマルチキャストされる。

MAC アドレス初期化要求パケットを受信した各 ECHONET ノード(MAC アドレスサーバを除く)は、要求側ノードに対して、MAC アドレス初期化応答パケットを送信する。

なお、MAC アドレス初期化要求パケットを受信後、MAC アドレス初期化応答パケットを送信するまでのウエイトにおいて、ECHONET MAC アドレス=0 でのウエイト時間を T0 とする。また、MAC アドレス初期化要求パケットを受信後、MAC アドレス初期化応答パケットを送信するまでのウエイトにおいて、ECHONET MAC アドレスの1 差におけるウエイト増分を T1 とする。

MAC アドレス初期化要求パケットをマルチキャスト後、MAC アドレス初期化応答パケットを受信する時間を T2 とする。

以下に MAC アドレス初期化要求パケットを示す。

表2.8 MAC アドレス初期化要求パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレス初期化要求。値 0x07 を入れる)
Flag	1	bit7 が 1 の場合サーバ必須モード、0 の場合はその他のモード。bit6 ~ 0 は reserved で 0 の値を入れる
RMAC	1	要求側ノードの仮 ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
RHType	1	要求側ノードのハードウェアタイプ
RHALen	1	要求側ノードのハードウェアアドレス長
RHAddr	RHALen	要求側ノードのハードウェアアドレス



以下に MAC アドレス初期化応答パケットを示す。

表2.9 MAC アドレス初期化応答パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレス初期化応答。値 0x08 を入れる)
Flag	1	マスタルータ(規格書第2部参照)であるノードは、bit7 に1を立てる。その他のノードは0を立てる。bit6~0 は reserved で0の値を入れる
TMAC	1	応答側ノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
THType	1	応答側ノードのハードウェアタイプ
THALen	1	応答側ノードのハードウェアアドレス長
THAddr	THALen	応答側ノードのハードウェアアドレス
UsedMAC	32	使用中 MAC アドレスフラグ。MAC アドレスnが使用されていればビットnを1にする(最下位ビットはMAC アドレス=0、最上位ビットはMAC アドレス=255 に対応する)

## (5) MAC アドレスサーバ初期化応答 / MAC アドレス割当応答

- (ア) あるノードの立ち上がり時に送られてきた MAC アドレス初期化要求に対して、MAC アドレスサーバが前記ノードに送信するパケットが MAC アドレスサーバ初期化応答パケットである。また、このパケットを受け取ったノードが、MAC アドレスサーバに対して、前記 MAC アドレスサーバ初期化応答パケットの受信を報告するためのパケットが MAC アドレス割当応答パケットである。
- (イ) 立ち上がりノード(MAC アドレスの初期化を要求しているノード)を要求側ノードと呼ぶ。
- (ウ) MAC アドレス初期化要求パケットを受信した MAC アドレスサーバは、要求側ノードに対して、MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを送信する。このパケットには、要求側ノードが使用すべき ECHONET MAC アドレスの値が含まれる。これを受信した要求側ノードは、この ECHONET MAC アドレスの値を使用すること。
- (エ) MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを受信した ECHONET ノードは、MAC アドレスサーバに対して MAC アドレス割当応答パケットを送信する。

以下に、MAC アドレスサーバ初期化応答パケットのフォーマットを示す。

表2.10 MAC アドレスサーバ初期化応答パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレスサーバ初期化応答。値 0x09 を入れる)
Flag	1	マスタルータであるノードは、bit7 に 1 を立てる。その他のノードは 0 を立てる。bit6 ~ 0 は reserved で 0 の値を入れる
Padding	1	パディング
RMAC	1	要求側ノードが使用すべき MAC アドレス
SMAC	1	アドレスサーバノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
SHType	1	アドレスサーバノードのハードウェアタイプ
SHALen	1	アドレスサーバノードのハードウェアアドレス長
SHAddr	SHALen	アドレスサーバノードのハードウェアアドレス

以下に、MAC アドレス割当応答パケットのフォーマットを示す。

表2.11 MAC アドレス割当応答パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレス割当応答。値 0x0a を入れる)
SMAC	1	MAC アドレスサーバの ECHONET MAC アドレス
RMAC	1	要求側ノードが使用する ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
RHType	1	要求側ノードのハードウェアタイプ
RHLen	1	要求側ノードのハードウェアアドレス長
RHAddr	RHLen	要求側ノードのハードウェアアドレス

## (6) MAC アドレス確認要求 / 応答

- (ア) 先の MAC アドレス初期化要求 / 応答の結果、要求側ノードが設定した仮 MAC アドレスの値を既に使っているノードが存在することがわかった場合に、要求側ノードが仮 MAC アドレスを再設定して、この仮 MAC アドレスの値を使っているノードが、ECHONET サブネット内に存在しているかどうかを確認するためのパケットが MAC アドレス確認要求パケットである。
- (イ) MAC アドレス確認要求パケットを受信した各 ECHONET ノードの内、そのパケットに含まれる仮 MAC アドレスが自分の MAC アドレスと重複している場合に、MAC アドレス確認応答パケットを送信する。
- (ウ) MAC アドレス確認要求パケットに対する応答が、一定時間無い場合には、その ECHONET サブネット内に、その ECHONET MAC アドレスを使っているノードが存在していないとみなして、その値を、そのノードの ECHONET MAC アドレスとする。

表2.12 MAC アドレス確認要求パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレス確認要求。値 0x0b を入れる)
Padding	1	パディング
RMAC	1	要求側ノードの仮 ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
RHType	1	要求側ノードのハードウェアタイプ
RHALen	1	要求側ノードのハードウェアアドレス長
RHAddr	HALen	要求側ノードのハードウェアアドレス

以下に MAC アドレス確認応答パケットを示す。

表2.13 MAC アドレス確認応答パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレス確認応答。値 0x0c を入れる)
Flag	1	マスターータは bit7 に 1 を立てる。その他のノードは 0 を立てる。bit6 ~ 0 は reserved で 0 の値を入れる
TMAC	1	応答側ノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
THType	1	応答側ノードのハードウェアタイプ
THALen	1	応答側ノードのハードウェアアドレス長
THAddr	THALen	応答側ノードのハードウェアアドレス

## (7) MAC アドレス全ノード要求/応答

- (ア) MAC アドレス全ノード要求パケットは、ECHONET サブネット内の全てのノードに対して、自分のMAC アドレスやIPv6 アドレス等の対応関係を通知するためのパケットであるMAC アドレス全ノード応答パケットの送信を乞うパケットである。ECHONET サブネット内にマルチキャストされる。
- (イ) MAC アドレス全ノード要求パケットを受信した各ECHONET ノードは、要求側ノードに対して、各種のアドレスを含んだMAC アドレス全ノード応答パケットを送信する。

以下にMAC アドレス全ノード要求パケットのフォーマットを示す。

表2.14 MAC アドレス全ノード要求パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレス全ノード要求。値 0x0d を入れる)
Padding	1	パディング
RMAC	1	要求側ノードのECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
RHType	1	要求側ノードのハードウェアタイプ
RHALen	1	要求側ノードのハードウェアアドレス長
RHAddr	RHALen	要求側ノードのハードウェアアドレス

以下に、MAC アドレス全ノード応答パケットのフォーマットを示す。

表2.15 MAC アドレス全ノード応答パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレス全ノード応答。値 0x0e を入れる)
Padding	1	パディング
TMAC	1	応答側ノードのECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
THType	1	応答側ノードのハードウェアタイプ
THALen	1	応答側ノードのハードウェアアドレス長
THAddr	THALen	応答側ノードのハードウェアアドレス

## (8) MAC アドレスサーバ検出要求/応答、MAC アドレスサーバ通知

- (ア) MAC アドレスサーバがサブネットに存在しない場合に、あるノードが MAC アドレスサーバになるために必要なパケットである。
- (イ) MAC アドレスサーバの存在を確認し、存在しない場合には MAC アドレスサーバになりたいノードを要求側ノードと呼ぶ。
- (ウ) 要求側ノードは、MAC アドレスサーバ検出要求パケットを ECHONET サブネット内にマルチキャストする。一定時間、応答がない場合に、そのサブネット内に MAC アドレスサーバは無いものと判断し、自らが MAC アドレスサーバになるための宣言として、MAC アドレスサーバ通知パケットを、ECHONET サブネット内にマルチキャストする。

以下に MAC アドレスサーバ検出要求パケットのフォーマットを示す。

表2.16 MAC アドレスサーバ検出要求パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレスサーバ検出要求。値 0x0f を入れる)
RMAC	1	要求側ノードの ECHONET MAC アドレス

以下に MAC アドレスサーバ通知パケットを示す。

表2.17 MAC アドレスサーバ通知パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレスサーバ通知。値 0x10 を入れる)
Padding	1	パディング
SMAC	1	MAC アドレスサーバノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
SHType	1	MAC アドレスサーバノードのハードウェアタイプ
SHALen	1	MAC アドレスサーバノードのハードウェアアドレス長
SHAddr	SHALen	MAC アドレスサーバノードのハードウェアアドレス

これに対して、MAC アドレスサーバが存在する場合には、MAC アドレスサーバ検出応答パケットを送信する。

以下に、MAC アドレスサーバ検出応答パケットのフォーマットを示す。

表2.18 MAC アドレスサーバ検出応答パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (MAC アドレスサーバ検出応答。値 0x11 を入れる)
Padding	1	パディング
SMAC	1	MAC アドレスサーバノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
SHType	1	MAC アドレスサーバノードのハードウェアタイプ
SHALen	1	MAC アドレスサーバノードのハードウェアアドレス長
SHAddr	SHALen	MAC アドレスサーバノードのハードウェアアドレス

- (9) ネットワーク管理メッセージ (宛先不明)
- (ア) 受け取った ECHONET フレーム転送パケット(表2.4参照)のDMAC(宛先 ECHONET MAC アドレス)の値が、自分のノードの ECHONET MAC アドレスの値と異なる場合に、これを、前記 ECHONET フレーム転送パケットを送信したノードに対して通知するためのパケットである。
- (イ) このネットワーク管理メッセージ(宛先不明)を送信するノードを送信側ノード、受信するノードを受信側ノードと呼ぶ。
- (ウ) このメッセージを受信したノード(受信側ノード)は、アドレス解決(MAC/IP アドレス解決)をやり直すこと。

表2.19 ネットワーク管理メッセージ(宛先不明)パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (値 0x12 を入れる。宛先不明)
Padding	1	パディング
SMAC	1	送信側ノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
SHType	1	送信側ノードのハードウェアタイプ
SHLen	1	送信側ノードのハードウェアアドレス長
SHAddr	SHLen	送信側ノードのハードウェアアドレス
DMAC	1	受信した ECHONET フレーム転送パケットに記載されていた DMAC の値



## ネットワーク管理メッセージ (ECHONET MAC アドレス重複)

ECHONET MAC アドレスの重複 (2つ以上のノードが、同一の ECHONET MAC アドレスを持っている) の発生を発見したノードが、これを該当ノードに通知するためのパケットである。

本メッセージを送信するノードを送信側ノードと呼ぶ。

本メッセージは、サブネット内に同報される。

このメッセージを受信した該当ノード (ECHONET MAC アドレスが重複しているノード) は、重複の確認後、アドレス決定をやり直すこと。

表2.20 ネットワーク管理メッセージ (ECHONET MAC アドレス重複) パケットのフォーマット

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x02 を入れる (Version 2)
Type	1	パケット種別 (値 0x13 を入れる。ECHONET MAC アドレス重複)
Padding	1	パディング
SMAC	1	送信側ノードの ECHONET MAC アドレス
Padding	4	パディング (null を入れる)
SHType	1	送信側ノードのハードウェアタイプ
SHLen	1	送信側ノードのハードウェアアドレス長
SHAddr	SHLen	送信側ノードのハードウェアアドレス
DMAC	1	重複している ECHONET MAC アドレス

## 2.4.5 ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンス

ECHONET MAC アドレス取得立ち上げ処理は、以下の3つの処理に分けられる。

### (1) 伝送メディア依存レイヤ

各伝送メディアがネットワークを形成するまでの処理であり、伝送メディア毎に規定する。

### (2) IPv6 レイヤ

伝送メディアのネットワークが IPv6 アドレスを取得/決定するまでの処理である。  
ステートレス自動設定で IPv6 アドレスを取得する。

### (3) ECHONET/IPv6 レイヤ

IPv6 アドレスを取得してから ECHONET MAC アドレスを取得するまでの処理である。  
表 2.19 に示す起動モードがある。

表 2.19 起動モード

起動モード	説明
オートモード (A - MODE)	新規ノードはアドレスサーバ方式または分散方式で立ち上がり ECHONET MAC アドレスの動的取得が行なえる。
サーバ必須モード (SR - MODE)	新規ノードはアドレスサーバから ECHONET MAC アドレスの動的取得を行なう。MAC アドレスサーバを発見できない場合はエラー停止する。
マニュアルモード (M - MODE)	新規ノードは ECHONET MAC アドレスが手動により設定される。

## 2.4.6 MAC アドレスサーバ機能

### (1) MAC アドレスサーバ概要

MAC アドレスサーバは サブネット内の全ての ECHONET MAC アドレスを管理しており、ノードはその立ち上げ時に MAC アドレスサーバから ECHONET MAC アドレスの取得が可能である。MAC アドレスサーバはサブネット内の全ての機器の ECHONET MAC アドレスがそれぞれ異なるように、新規立ち上げされるノードに対して適切な ECHONET MAC アドレスを付与しなければならない。

MAC アドレスサーバは 同一の機器(同一のハードウェアアドレスを持つノード)に対しては同一のアドレスを割り当てるべきである。通常、MAC アドレスサーバはあるハードウェアアドレスに対してどの ECHONET MAC アドレスを割り当てたかを全て記憶しておく必要がある。

1つのサブネットには MAC アドレスサーバは、高々1つしか存在してはならない。MAC アドレスサーバではないノード(一般ノード)は、そのサブネットに MAC アドレスサーバが存在しない(あるいは存在しようとしていない)場合はいつでも MAC アドレスサーバになることができる。ただし、MAC アドレスサーバが一般ノードになることはできない。

## (2) MAC アドレスサーバ起動処理

MAC アドレスサーバではないノード(一般ノード)は、そのサブネットにMAC アドレスサーバが存在しない(あるいは存在しようとしていない)場合はいつでもMAC アドレスサーバになることができる。

一般ノードがMAC アドレスサーバになる場合は、以下のシーケンスを実行する。

1. MAC アドレスサーバ検出要求パケットをマルチキャストアドレス宛てに T6 時間の間隔をあけて 2 回送信する。ただし、後述する MAC アドレスサーバ検出応答パケットまたは MAC アドレスサーバ検出パケットを受信した場合は、2 回目の送信を省略しても良い。
2. タイムアウト時間(T5)までに MAC アドレスサーバ検出応答パケットまたは MAC アドレスサーバ検出パケットを受信した場合、このシーケンスは失敗し終了する。
3. MAC アドレスサーバ検出要求パケットを受信した場合、少なくとも T12 時間のウエイトをあげて本シーケンスの 1. から繰り返す。T12 時間のウエイト中も本シーケンスの 2. の処理を継続すること。
4. MAC アドレスサーバの動作を開始する。
5. MAC アドレスサーバ検出パケットを T6 時間の間隔をあけて 2 回以上マルチキャストアドレス宛てにマルチキャストする。

T12 のウエイトは複数のノードが同時に本シーケンスを起動しようとした場合、これを検出した際に本シーケンスをやり直す前のランダム時間ウエイトである(表 2.27 参照)。このウエイトにより、複数のノードが MAC アドレスサーバになることを防ぐ。通常、このウエイトにより、他のノードが MAC アドレスサーバとなり、本シーケンスは失敗し終了する。

また、ECHONET MAC アドレスサーバ起動時に、他のノードが既に立ち上がっている場合は、このノードで用いられている ECHONET MAC アドレスを他の機器に割り当てないようにすべきである。そのため、ECHONET MAC アドレス全ノード要求等を利用して、サブネットに存在するノードのハードウェアアドレスおよび ECHONET MAC アドレスを収集するべきである。

## (3) MAC アドレスサーバ動作時の処理

MAC アドレスサーバは動作時に以下の処理を行なわなければならない。

- A. MAC アドレスサーバ検出要求パケットを受信した場合：  
MAC アドレスサーバ検出応答パケットを送信し返信する。

MAC アドレスサーバ検出応答パケットは表 11.16 を参照。

- B. MAC アドレス初期化要求パケットを受信した場合：  
付与する ECHONET MAC アドレスを決定し、これを格納した MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを送信し返信する。付与する ECHONET MAC アドレスは以下のように決定する。

- (a) MAC アドレス初期化要求パケットに含まれるハードウェアタイプ(RHType)、ハードウェアアドレス長(RHLen)、ハードウェアアドレス(RHAddr)に対して、過去にこのシーケンスに

より応答している場合、その時に付与したECHONET MAC アドレス。

(b) (a)の条件以外の場合、サブネットで使われていないECHONET MAC アドレス。これは過去にこのシーケンスにより自ら割り当てたECHONET MAC アドレス、パケットの受信によってこのサブネットで使われていることが分かっているECHONET MAC アドレス、管理者等によって予約されているECHONET MAC アドレス、および自己のECHONET MAC アドレスが除外される。MAC アドレス初期化要求パケットに含まれる仮ECHONET MAC アドレスがこの条件を満たす場合、仮ECHONET MAC アドレスを付与するECHONET MAC アドレスとするべきである。

実装によっては、パケットを監視し、一定時間よりも過去にのみ使われていたECHONET MAC アドレスを、現在はサブネットで使われていないECHONET MAC アドレスと仮定しても良い。

MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを送信後、タイムアウト時間T11 経過しても、MAC アドレス割当応答パケットを受信しなかった場合は、再びMAC アドレスサーバ初期化応答パケットの送信を繰り返す(3回まで)。

通常、(a)の処理を行なうため、MAC アドレスサーバはあるハードウェアアドレスに対してどのMAC アドレスを割り当てたかを全て記憶しておく必要がある。実装例として、MAC アドレスサーバが記憶するテーブルを以下に示す。

表2.20 MAC アドレスサーバが記憶するテーブルの例

ハードウェアタイプ	ハードウェアアドレス	割り当て時刻	割り当て MAC
1	ff-01-23-45-67-03	1232567	03
1	ff-cd-ef-78-45-05	1231763	05
1	ff-cd-aa-00-11-07	1233923	07

MAC アドレスサーバは、新しい割り当て要求(テーブルにはないハードウェアアドレスをもつノードからの要求)に対しては、これまでに割り当てていないECHONET MAC アドレスを割り当てべきであるが、割り当てることができるアドレスがなくなった場合、どのECHONET MAC アドレスを割り当てては実装依存である。方法としては

- ・最も過去に割り当てたECHONET MAC アドレス
  - ・パケットを常に受信しておき、一定時間通話がなされていないノードのハードウェアアドレスに割り当てたECHONET MAC アドレス
- 等、できるだけそのアドレスの重複が起こらないような方法が望ましい。

## 2.5 基本シーケンス（ソフトウェア内部状態遷移仕様）

### 2.5.1 基本的な考え方

本章では、プロトコル用下位通信ソフトウェアの状態を以下のように分類する。詳細は伝送メディア毎に定義する。

停止状態

コールドスタート状態

ウォームスタート状態

通信停止状態

通常動作状態

エラー停止状態

一時停止状態

## 第3章 IPv6/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様

### 3.1 方式概要

本章では第2章で記載した IPv6 通信プロトコル共通仕様を用いて、伝送メディアとして Ethernet、IEEE802.3 ネットワークを収容するための ECHONET の伝送メディア仕様について規定する。

Ethernet、IEEE802.3 ネットワークは物理層として IEEE で定められた通信を使用しており、ECHONET の IPv6/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様においても IEEE を前提とする。

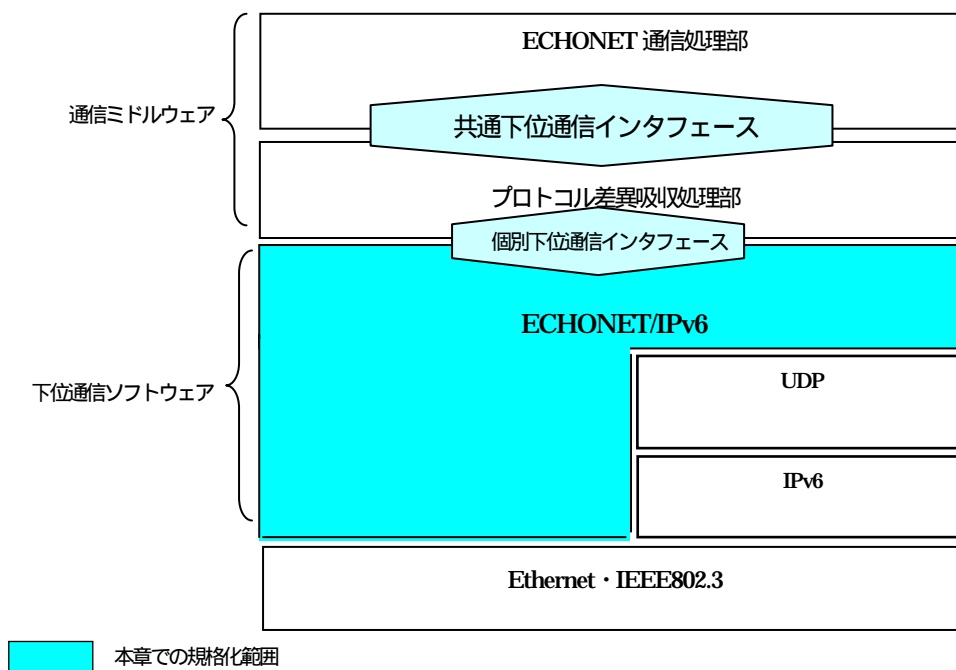


図3.1 レイヤ構成

### 3.1.1 適用規格

以下の関連規格を適用する。

#### (1) IEEE802.3 関連

- ・ IEEE Std 802 Overview and Architecture ANSI/IEEE Std802.2 Logical Link Control (ISO/IEC 8802-2)
- ・ ANSI/IEEE Std802.3 CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications (ISO/IEC 8802-3)
- ・ RFC 948 (Two methods for the transmission of IP datagrams over IEEE 802.3 networks)

#### (2) Ethernet 関連

- ・ D-I-X, "The Ethernet - A Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer Specifications", Digital, Intel, and Xerox, November 1982
- ・ RFC 894 (A Standard for the Transmission of IP)

#### (3) IEEE802.3 と Ethernet の共存について

- ・ RFC 1122 (Requirements for Internet Hosts - Communication Layers)

#### (4) IPv6 関連

IPv6 関連仕様については第2章 IPv6 通信プロトコル共通仕様の適用規格を参照すること。

### 3.1.2 通信モデル

#### (1) トポロジー

トポロジーは物理レイヤでは各種タイプ(10Base-5、10Base-T等)毎にstar型、bus型として定義されているので使用する各々のタイプの規定に従うものとする。

#### (2) 端末数制限

ECHONET のアドレス数制限から、最大256個/サブネットとする。

### 3.1.3 規格化範囲

本規格は図3.1に示した ECHONET/IPv6 レイヤにより、ECHONET 通信ミドルウェアと Ethernet または IEEE802 ネットワーク及び UDP/IPv6 各レイヤとのインタフェース仕様を規定するものである。Ethernet または IEEE802 ネットワークや UDP/IPv6 各レイヤそのものの詳細な機械・物理仕様、電気仕様、論理仕様等は各規格書に委ねる。

また、ECHONET/IPv6 レイヤは必要に応じて Ethernet または IEEE802 ネットワークレイヤの状態を参照して処理を行ない、必要に応じて ECHONET/IPv6 レイヤ間とで制御コマンドを受け渡すが、特にインタフェースは定めない。

### 3.2 機械・物理仕様

IEEE 802.3 に準拠すること。

### 3.3 電気仕様

IEEE 802.3 に準拠すること。

### 3.4 論理仕様

論理仕様は IEEE802.3 または Ethernet、IPv6 に準拠する。IPv6 の論理仕様は、第2章 IPv6 通信プロトコル共通仕様に記載しているため、本章では IEEE802.3 および Ethernet に限定する。

#### 3.4.1 論理仕様 (Ethernet・IEEE802.3 ネットワークレイヤ)

Ethernet・IEEE802.3 ネットワークレイヤの論理仕様は IEEE802.3 関連規格および、Ethernet 関連規格に準拠する。Ethernet と IEEE802.3 ネットワークの IP 層での共存に関しては RFC1122 に準拠する。

なお、EthernetII フレームを使用することを推奨する。EthernetII フレームを使用する場合は、Ethernet II ヘッダの EtherType フィールドには 0x86dd を格納する。

#### 3.4.2 パケットフォーマット

パケットフォーマットは、第2章の IPv6 通信プロトコル共通仕様を参照のこと。なお、ハードウェアタイプの値は 0x11 とする。通信速度によって、タイムアウト時間などに影響を与える場合は別途採番する。



### 3.5 基本シーケンス（ソフトウェア内部状態遷移仕様）

#### 3.5.1 基本的な考え方

本節では IPv6/Ethernet・IEEE802 通信プロトコルの下位通信ソフトウェアの状態を以下のように分類し、各状態におけるシーケンスの概要を示す。

IPv6/Ethernet・IEEE802 通信プロトコルの下位通信ソフトウェアの上記 ~ の状態遷移の様子を図3.2に示す。ただし、本状態遷移は ECHONET が IPv6/Ethernet・IEEE802 通信ノードを占有する場合の例したものであり、ECHONET が Ethernet・IEEE802 通信ノードを占有しない場合はこの限りではない。

停止状態

コールドスタート状態

ウォームスタート状態

通信停止状態

通常動作状態

エラー停止状態

一時停止状態

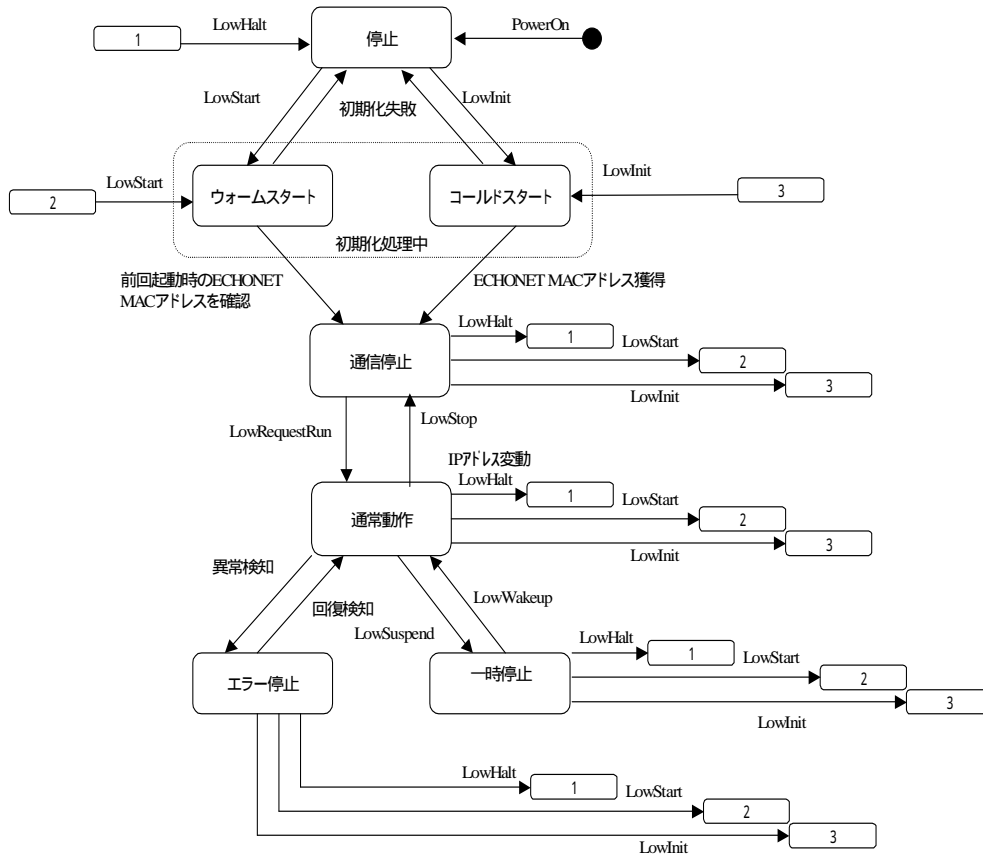


図3.2 状態遷移図

### 3.5.2 停止状態

停止状態とは、下位通信ソフトウェアとしての動作は停止しており ECHONET MAC アドレス以外には初期化された状態である。PowerOn 直後はこの状態となる。以下に状態遷移直後の処理概要、および停止状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

- (1) トリガとそれに対するふるまい  
個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行なう。  
下位通信ソフトウェア以外の初期化は PowerOn 直後に行われる。  
但し IPv6 アドレス取得は初期化処理中状態にて行われる。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_STOP を返す。
- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)  
下位通信ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

- (1) 初期化処理中状態への遷移トリガ  
初期化要求 (LowInit)、ウォームスタート要求 (LowStart) 各サービスにより遷移する。

### 3.5.3 初期化処理中状態

初期化処理中状態とは、アドレス取得を行っている状態である。  
以下に状態遷移直後の処理概要、および初期化処理中状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

- (1) トリガとそれに対するふるまい  
通信ミドルウェアより LowStart、LowInit の指示によってまず IP アドレス、続いて ECHONET MAC アドレスを取得する。ウォームスタートは保持している ECHONET MAC アドレスで取得開始を行なうモード、コールドスタートは保持している ECHONET MAC アドレスを廃棄して ECHONET MAC アドレスを新規に取得する動作を行なう。また、ウォームスタートで、保持している ECHONET MAC アドレスで重複が発見された時はそれ以外のアドレス取得処理に自動的に移行する。また IP アドレスのウォームスタート、コールドスタートにおける再取得有無は規格では定めない。また、その他の何らかの異常時は停止状態に移行する。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとしてコールドスタート時は LOW\_STS\_INI を返す。ウォームスタート時は LOW\_STS\_RST を返す。

(3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)

下位通信ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

(1) 通信停止状態への遷移トリガ

ECHONET MAC アドレスの取得完了により遷移する。

(2) 停止状態への遷移トリガ

IP アドレス、ECHONET MAC アドレスの取得失敗により遷移する。

### 3.5.4 通信停止状態

通信停止状態とは、下位通信ソフトウェアの初期化が完了し、通信ミドルウェアからの動作開始要求を待っている状態である。以下に状態遷移直後の処理概要、および通信停止状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

(1) トリガとそれに対するふるまい

個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行なう。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとして LOW\_STS\_CSTOP を返す。

(3) 物理アドレス取得サービス (LowGetAddress)

ECHONET MAC アドレスを返す。

(4) プロファイルデータ取得サービス (LowGetProData)

プロファイルデータを返す。

(5) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)

下位通信ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

(1) 通常動作状態への遷移トリガ

動作開始指示サービス (LowRequestRun) により遷移する。

(2) 初期化処理中状態への遷移トリガ

初期化要求 (LowInit) 、ウォームスタート要求 (LowStart) 各サービスにより遷移する。

(3) 停止状態への遷移トリガ

停止サービス (LowHalt) により遷移する。

### 3.5.5 通常動作状態

通常動作状態とは、下位通信ソフトウェアの本来の機能である伝送メディアに対する電文の送受信を行っている状態である。以下に状態遷移直後の処理概要、および通常動作状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

(1) トリガとそれに対するふるまい

個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行なう。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとして LOW\_STS\_RUN を返す。

(3) 物理アドレス取得サービス (LowGetAddress)

ECHONET MAC アドレスを返す。

(4) プロファイルデータ取得サービス (LowGetProData)

プロファイルデータを返す。

(5) 電文送信サービス (LowSendData)

受け取ったプロトコル差異吸収処理部電文を電文サイズに応じて分割し、下位通信ソフトウェア電文に変換し伝送メディアに出力する。

(6) 電文受信サービス (LowReceiveData)

伝送メディアから受信した下位通信ソフトウェア電文をプロトコル差異吸収処理部電文に変換し、プロトコル差異吸収処理部に出力する。

(7) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)

下位通信ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

(1) 一時停止状態への遷移トリガ

下位通信部停止サービス (LowSuspend) により遷移する。

(2) 停止状態への遷移トリガ

停止サービス (LowHalt) により遷移する。または、IPv6 レイヤにおける IPv6 アドレス

の変化により遷移する。

(3) エラー停止状態への遷移トリガ  
下位通信ソフトウェアによるエラー発生時に遷移する。

(4) 初期化処理中状態への遷移トリガ  
初期化要求 (LowInit) 、ウォームスタート要求 (LowStart) 各サービスにより遷移する。

(5) 通信停止状態への遷移トリガ  
終了サービス (LowStop) により遷移する。

### 3.5.6 エラー停止状態

エラー停止状態とは、エラーの発生により動作を停止している状態である。以下に状態遷移直後の処理概要、およびエラー停止状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

(1) トリガとそれに対するふるまい  
エラー処理を行なう。なお、電文受信時は、電文を廃棄し、送信時は電文送信要求をリジェクトし、エラーリターンし、動作を停止する。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_ESTOP を返す。

(3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)  
下位通信ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

(1) 停止状態への遷移トリガ  
停止サービス (LowHalt) により遷移する。

(2) 初期化処理中状態への遷移トリガ  
初期化要求 (LowInit) 、ウォームスタート要求 (LowStart) 各サービスにより遷移する。

(3) 通常動作状態への遷移トリガ  
エラー要因の解除により遷移する。

### 3.5.7 一時停止状態

一時停止状態とは、通信ミドルウェアの指示により動作を停止している状態である。以下に状態遷移直後の処理概要、および一時停止状態が受け付ける個別下位通信インタフェ

ースサービスとその処理概要を示す。

(1) トリガとそれに対するふるまい

下位通信ソフトウェアの動作を停止する。

なお、電文受信時は、電文を廃棄し、送信時は電文送信要求をリジェクトし、エラーリターンする。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとして LOW\_STS\_SPD を返す。

(3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)

下位通信ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

(1) 通常動作状態への遷移トリガ

動作再開サービス (LowWakeUp) により遷移する。

なお、下位通信ソフトウェアは、即座に送受信動作を再開する。

(2) 停止状態への遷移トリガ

停止サービス (LowHalt) により遷移する。

(3) 初期化処理中状態への遷移トリガ

初期化要求 (LowInit)、ウォームスタート要求 (LowStart) 各サービスにより遷移する。

## 第4章 IPv6/6LoWPAN 通信プロトコル仕様

### 4.1 方式概要

本章では第2章で記載した IPv6 通信プロトコル共通仕様を用いて、伝送メディアとして Internet Engineering Task Force (IETF)で規格化されている IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks (6LoWPAN)を収容するための ECHONET の伝送メディア仕様について規定する。

6LoWPAN は IPv6 のパーソナルエリアネットワークを省電力で伝送レートの低い無線通信で実現するための規格である。IPv6 パケットのヘッダを圧縮することにより、IPv6 パケットの送受信を伝送レートの低い無線通信方式でも対応可能とした。

6LoWPAN では物理層として IEEE802.15.4 で定められた無線通信を使用しており、ECHONET の IPv6/6LoWPAN 仕様においても IEEE802.15.4 を前提とする。また、IEEE802.15.4c/15.4d についても、IEEE802.15.4 シリーズとして ECHONET/IPv6 の物理層で使用することを前提とする。

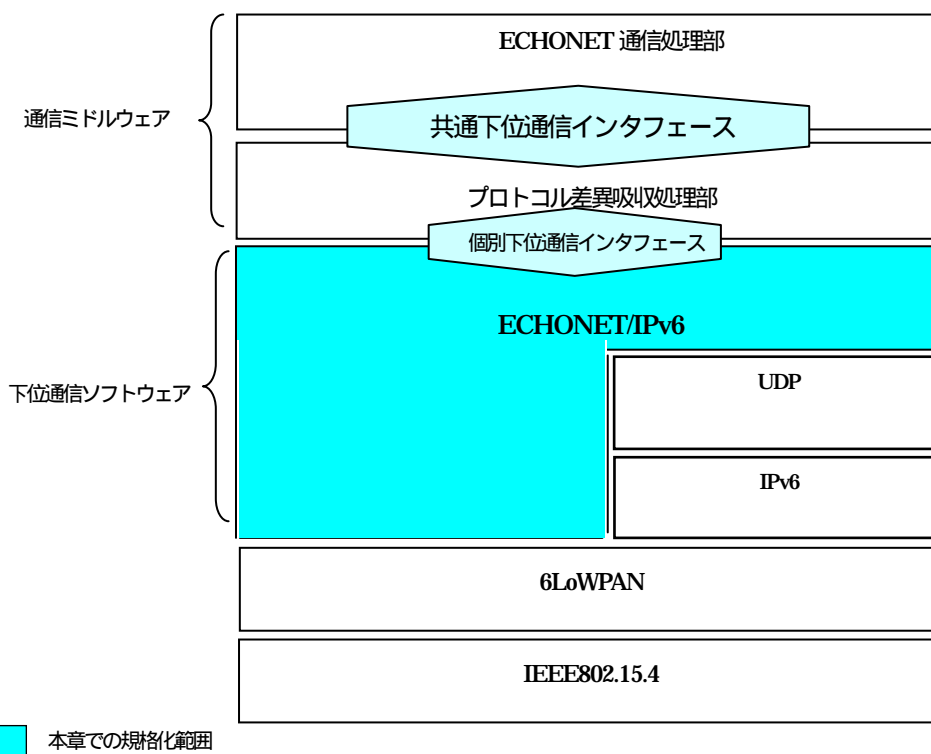


図4.1 レイヤ構成

#### 4.1.1 適用規格

以下の関連規格を適用する。

(1) IEEE802.15.4/15.4c/15.4d 関連

- ・ IEEE802.15.4 「802.15.4-2003 IEEE Standard for Telecommunications and Information



Exchange Between Systems - LAN/MAN Specific Requirements - Part 15: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (WPAN) 」

- IEEE802.15.4 「 802.15.4-2006 IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks(WPANs) 」
- IEEE802.15.4c 「 802.15.4c-2009 IEEE Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems-- Local and metropolitan area networks-- Specific requirements Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs) Amendment 2: Alternative Physical Layer Extension to support one or more of the Chinese 314-316 MHz, 430-434 MHz, and 779-787 MHz bands 」
- IEEE802.15.4d 「 802.15.4d-2009 IEEE Standard for Information technology- - Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)Amendment 3: Alternative Physical Layer Extensionto support the Japanese 950 MHz bands 」

## (2) 電波法関連

- 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 システム標準規格」
- ARIB STD-T96「 特定小電力無線局 950MHz 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」  
海外で使用する場合は各国の電波法に準拠すること。
- US : FCC CFR47 Section 15.247 / Section 15.249
- EU : ERC Recommendation 70-03
- 中国 : 信部無[2005]423 号

## (3) IETF 6LoWPAN 関連

- RFC 4919(IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs))
- RFC 4944 (Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks)
- Internet-Drafts: Compression Format for IPv6 Datagrams in 6LoWPAN Networks
- Internet-Drafts: Design and Application Spaces for 6LoWPANs
- Internet-Drafts: Neighbor Discovery for 6LoWPAN
- Internet-Drafts: Problem Statement and Requirements for 6LoWPAN Routing

#### (4) IPv6 関連

IPv6 関連仕様については第2章 IPv6 通信プロトコル共通仕様の適用規格を参照すること。

### 4.1.2 通信モデル

#### (1) ノードの種類

IEEE802.15.4 では、FFD (Full Function Device) と RFD (Reduced Function Device) の2種類が規定されている。

##### (A) FFD (Full Function Device)

IEEE802.15.4 のすべての機能を実装したデバイスである。ネットワーク管理機能やマルチホップ通信のためのルータ機能が実装されている。

##### (B) RFD (Reduced Function Device)

IEEE802.15.4 の一部の機能を実装した低機能なデバイスである。ノードに必要な機能のみを実装する。

本章では上記2種類のノードを対象とする。

#### (2) トポロジー

IEEE802.15.4 のトポロジーは Star 型と Peer-to-Peer 型の2種類あり、PAN Coordinator と呼ばれるデバイスがネットワーク管理を行う。

ECHONET の IPv6/6LoWPAN におけるトポロジーは Star 型のみを対象とする。

Peer-to-Peer 型 (メッシュ型、マルチホップ型) については 6LoWPAN の標準化動向により、改めて検討する。

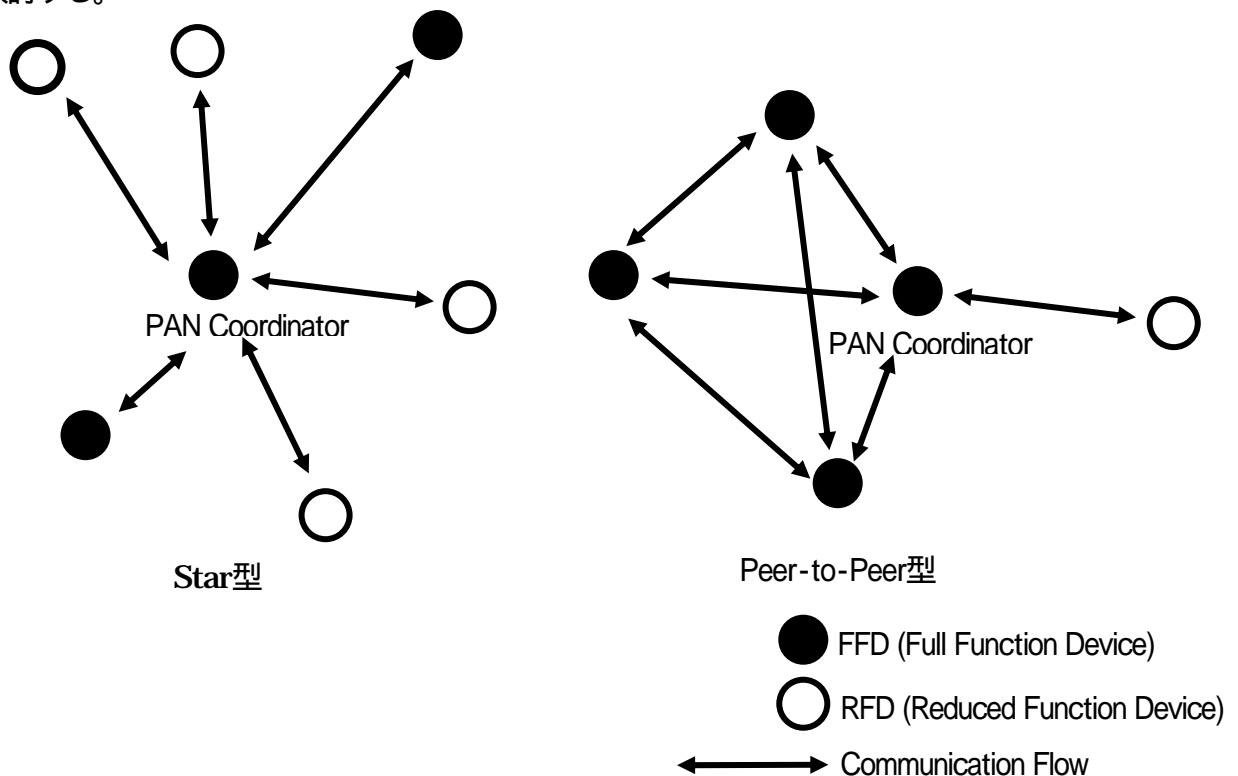


図4.2 スター型 Peer-to-Peer 型トポロジーの例

## 4.2 機械・物理特性

4.1 節(2)で示した各国の電波法関連規格に準拠すること。

## 4.3 電氣的仕様

4.1 節(2)で示した各国の電波法関連規格に準拠すること。

### (1) 周波数

IEEE802.15.4,15.4c,15.4d で規定している以下の周波数に従う。

- 779 – 787 MHz (IEEE802.15.4c e.g. China)
- 868 – 868.6 MHz (IEEE802.15.4 e.g. Europe)
- 902 – 928 MHz (IEEE802.15.4 e.g. North America)
- 950 – 956MHz (IEEE802.15.4d e.g. Japan)
- 2400 – 2483.5 MHz (IEEE802.15.4 worldwide)

### (2) 伝送方式および伝送信号

日本国内で使用する場合は、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 システム標準規格」または ARIB STD-T96「特定小電力無線局 950MHz 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」で規定している無線の伝送方式および伝送信号は以下である。

F または G : 主搬送波の変調方式 = 周波数変調または位相変調

1 : 主搬送波を変調する信号の性質 = 副搬送波を使用しないデジタル信号の単一チャネル

D : 伝送情報の型式 = データ伝送・遠隔測定・遠隔指令

## 4.4 論理仕様

論理仕様は IEEE802.15.4/15.4c/15.4d および 6LoWPAN、IPv6 に準拠する。IPv6 の論理仕様は、第2章 IPv6 通信プロトコル共通仕様に記載しているため、本章では IEEE802.15.4 および 6LoWPAN に限定して記述する。

### 4.4.1 論理仕様 (IEEE802.15.4)

#### (1) PAN 形成

PAN コーディネータは起動時に周辺の PAN をスキャンし、周辺の PAN で使用されている PAN-ID とチャンネルの情報を収集する。PAN コーディネータはその情報に基づいて、重複しないように PAN-ID を決定する。PAN に参加するノードは PAN コーディネータから PAN-ID と無線チャンネル番号を取得する。

#### (2) データ通信

IEEE802.15.4 には通信方式として beacon モードと non-beacon モードがあり、beacon モード

はオプションである。ECHONET 通信においても non-beacon モードを必須とし、beacon モードはオプションとする。図4.3と図4.4に動作例を示す。

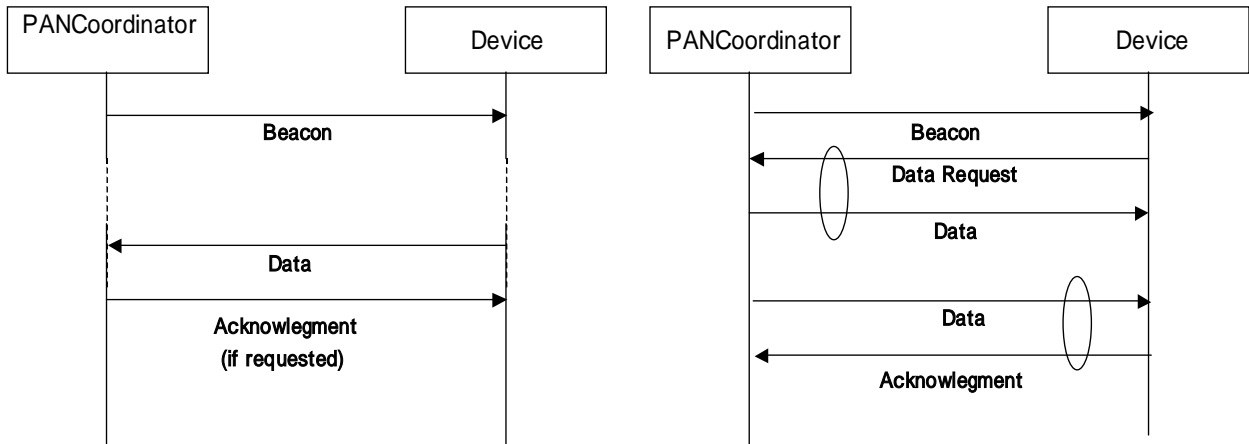


図4.3 beacon モードの動作例

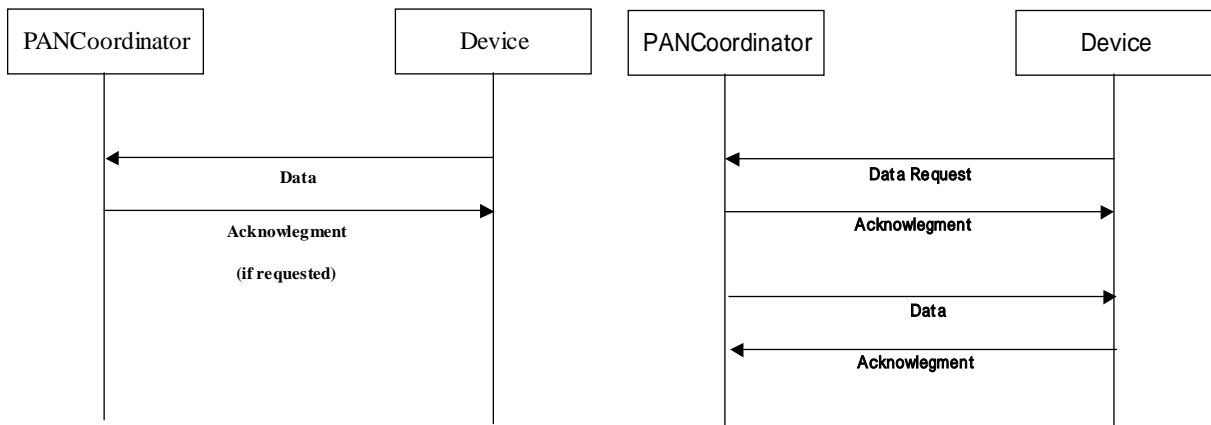


図4.4 non-beacon モードの動作例

#### 4.4.2 論理仕様 (6LoWPAN)

##### (1) デバイスから PAN コーディネータへの個別通信

デバイスから PAN コーディネータへの ECHONET 電文の個別通信は、デバイスが PAN コーディネータにデータを送信し、PAN コーディネータがデバイスに ACK を返送する。

##### (2) PAN コーディネータからデバイスへの個別通信

PAN コーディネータからデバイスへの ECHONET 電文の個別通信は、デバイスがデータ転送処理を開始し、デバイスが PAN コーディネータに対して、データリクエストを送信する。PAN コーディネータはデータリクエストを送信したデバイス宛でのデータを保持しているかどうかの情報をつけた ACK を返送する。送信データがある場合は ACK に続けてデータを送信する。転送データ

---

にペンディング情報がある場合は、転送データのヘッダにペンディング情報をつけて送信する。

### (3) PAN コーディネータからデバイスへの同報通信

PAN コーディネータからデバイスへの ECHONET 電文の同報通信は、6LoWPAN のマルチキャスト通信に順ずる。

### (4) デバイスからの同報通信

デバイスからの ECHONET 電文の同報通信は、6LoWPAN のマルチキャスト通信に順ずる。

## 4.4.3 パケットフォーマット

パケットフォーマットは、第2章の IPv6 通信プロトコル共通仕様を参照のこと。ハードウェアタイプの値は0x16とする。IEEE802.15.4 が使用する周波数によって、タイムアウト時間などに影響を与える場合は別途採番する。

## 4.5 基本シーケンス（ソフトウェア内部状態遷移仕様）

### 4.5.1 基本的な考え方

本節では IPv6/6LoWPAN 通信プロトコルの下位通信ソフトウェアの状態を以下のように分類し、各状態におけるシーケンスの概要を示す。

- 停止状態
- コールドスタート状態
- ウォームスタート状態
- 通信停止状態
- 通常動作状態
- エラー停止状態
- 一時停止状態

IPv6/6LoWPAN 通信プロトコルの下位通信ソフトウェアの上記 ~ の状態遷移の様子を図4.5に示す。ただし、本状態遷移は ECHONET が IPv6/6LoWPAN ノードを占有する場合の例したものであり、ECHONET が IPv6/6LoWPAN ノードを占有しない場合はこの限りではない。

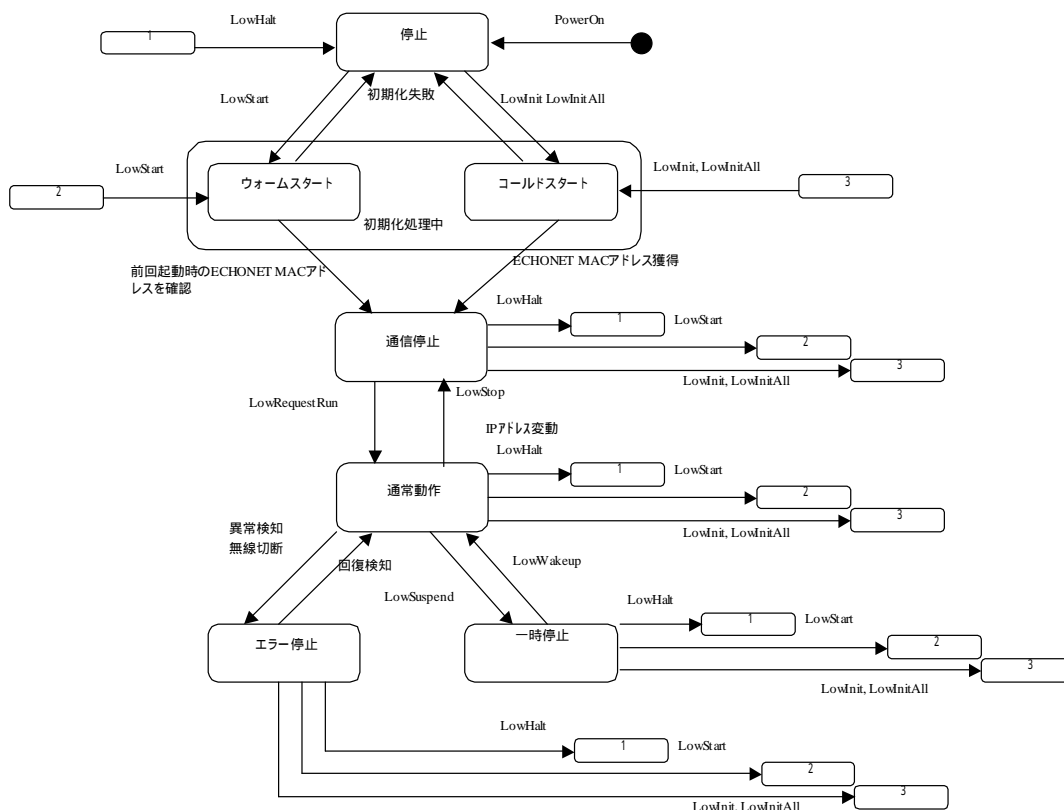


図4.5 状態遷移図

## 4.5.2 停止状態

停止状態とは、下位通信ソフトウェアとしての動作を行っていない状態である。PowerOn直後はこの状態となる。以下に状態遷移直後の処理概要、および停止状態を受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

- (1) トリガとそれに対するふるまい  
PowerOn 状態直後および停止サービス (LowHalt) を受け付けるとこの状態に遷移し、個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行なう。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus) への対応  
ステータスとして LOW\_STS\_STOP を返す。
- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)  
下位通信ソフトウェア種別を返す。
- (4) 状態遷移を行なうためのトリガ
  - ・ コールドスタートへの遷移トリガ  
初期化要求サービス (LowInit、 LowInitAll) により遷移する。
  - ・ ウォームスタートへの遷移トリガ  
ウォームスタート要求サービス (LowStart) により遷移する。

## 4.5.3 コールドスタート状態

コールドスタート状態とは、下位通信ソフトウェアの初期化を行っている状態である。

- (1) トリガとそれに対するふるまい  
初期化要求サービス (LowInit、 LowInitAll) を受け付けると、以下のようにふるまう。  
IEEE802.15.4 および 6LoWPAN において PAN を形成する (6LoWPAN レイヤ)  
IPv6 アドレスを決定する (IPv6 レイヤ)  
IPv6 ネットワークで ECHONET MAC アドレスを取得する (ECHONET / IPv6 レイヤ)
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_INI を返す。
- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)  
下位通信ソフトウェア種別を返す。
- (4) 状態遷移を行なうためのトリガ
  - ・ 通信停止状態への遷移トリガ

ECHONET MAC アドレス取得立ち上げ処理完了により遷移する。

- ・停止状態への遷移トリガ

ECHONET MAC アドレス取得立ち上げ処理失敗により遷移する。

#### 4.5.4 ウォームスタート状態

ウォームスタート状態とは、ECHONET MAC アドレスを再取得することなく、下位通信ソフトウェアの初期化を行っている状態である。

- (1) トリガとそれに対するふるまい

ウォームスタート要求サービス (LowStart) を受け付けると、以下のようにふるまう。

IEEE802.15.4 および 6LoWPAN において PAN を形成する (6LoWPAN レイヤ)、  
記憶しておいた前回使用した IPv6 アドレスを用いて起動してもよいことを確認する  
(IPv6 レイヤ)

記憶しておいた前回使用した ECHONET MAC アドレスを用いて起動してもよいこ  
とを確認 (ECHONET / IPv6 レイヤ)

上記 の IPv6 アドレス ECHONET MAC アドレスを用いて立ち上がる

- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとして LOW\_STS\_RST を返す。

- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)

下位通信ソフトウェア種別を返す。

- (4) 状態遷移を行なうためのトリガ

- ・通信停止状態への遷移トリガ

立ち上げ処理完了により遷移する。

- ・停止状態への遷移トリガ

立ち上げ処理失敗により遷移する。

#### 4.5.5 通信停止状態

通信停止状態とは、下位通信ソフトウェアの初期化が完了し、通信ミドルウェアからの動作開始要求を待っている状態である。以下に状態遷移直後の処理概要、および通信停止状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

- (1) トリガとそれに対するふるまい

個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行なう。

- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)



ステータスとして LOW\_STS\_CSTOP を返す。

- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)  
下位通信ソフトウェア種別を返す。
- (4) 物理アドレス取得サービス (LowGetAddress)  
MAC アドレスを返す。
- (5) プロファイルデータ取得サービス (LowGetProData)  
プロファイルデータを返す。
- (6) 状態遷移を行なうためのトリガ
  - ・通常動作状態への遷移トリガ  
動作開始サービス (LowRequestRun) により遷移する。
  - ・停止状態への遷移トリガ  
停止サービス (LowHalt) により遷移する。
  - ・コールドスタートへの遷移トリガ  
初期化要求サービス (LowInit、 LowInitAll) により遷移する。
  - ・ウォームスタートへの遷移トリガ  
ウォームスタート要求サービス (LowStart) により遷移する。

#### 4.5.6 動作状態

動作状態とは、下位通信ソフトウェアの本来の機能である伝送メディアに対する電文の送受信を行っている状態である。以下に状態遷移直後の処理概要、および動作状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

- (1) トリガとそれに対するふるまい  
個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行なう。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_RUN を返す。
- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)  
下位通信ソフトウェア種別を返す。
- (4) 物理アドレス取得サービス (LowGetAddress)  
MAC アドレスを返す。
- (5) プロファイルデータ取得サービス (LowGetProData)  
プロファイルデータを返す。

- (6) 電文送信サービス (LowSendData)  
受け取ったプロトコル差異吸収処理部電文を下位通信ソフトウェア電文に変換し、伝送メディアに出力する
- (7) 電文受信サービス (LowReceiveData)  
伝送メディアから受信した下位通信ソフトウェア電文をプロトコル差異吸収処理部電文に変換し、プロトコル差異吸収処理部に出力する。
- (8) 状態遷移を行なうためのトリガ
- ・停止状態への遷移トリガ  
停止サービス (LowHalt) により遷移する。または、IPv6 レイヤにおける IPv6 アドレスの変化により遷移する。
  - ・通信停止状態への遷移トリガ  
終了サービス (LowStop) により遷移する。
  - ・コールドスタートへの遷移トリガ  
初期化要求サービス (LowInit、 LowInitAll) により遷移する。
  - ・ウォームスタートへの遷移トリガ  
ウォームスタート要求サービス (LowStart) により遷移する。
  - ・エラー停止状態への遷移トリガ  
下位通信媒体が異常を検知する事により遷移する。または、6LoWPAN レイヤにおける PAN が切断されることによって遷移する。
  - ・一時停止状態への遷移トリガ  
下位通信部停止サービス (LowSuspend) により遷移する。

#### 4.5.7 エラー停止状態

エラー停止状態とは、エラーの発生により動作を停止している状態である。以下に状態遷移直後の処理概要、およびエラー停止状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

- (1) トリガとそれに対するふるまい  
エラー処理を行なう。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_ESTOP を返す。
- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)  
下位通信ソフトウェア種別を返す。
- (4) 状態遷移を行なうためのトリガ

- ・停止状態への遷移トリガ  
停止サービス (LowHalt) により遷移する。
- ・動作状態への遷移トリガ  
エラー要因の解除により遷移する。
- ・コールドスタートへの遷移トリガ  
初期化要求サービス (LowInit、 LowInitAll) により遷移する。
- ・ウォームスタートへの遷移トリガ  
ウォームスタート要求サービス (LowStart) により遷移する。

#### 4.5.8 一時停止状態

一時停止状態とは、通信ミドルウェアの指示により動作を停止している状態である。以下に状態遷移直後の処理概要、および一時停止状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

- (1) トリガとそれに対するふるまい  
下位通信ソフトウェアの動作を停止する。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_SPD を返す。
- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)  
下位通信ソフトウェア種別を返す。
- (4) 状態遷移を行なうためのトリガ
  - ・通常動作状態への遷移トリガ  
動作再開サービス (LowWakeUp) により遷移する。
  - ・停止状態への遷移トリガ  
停止サービス (LowHalt) により遷移する。
  - ・コールドスタートへの遷移トリガ  
初期化要求サービス (LowInit、 LowInitAll) により遷移する。
  - ・ウォームスタートへの遷移トリガ  
ウォームスタート要求サービス (LowStart) により遷移する。

## 付録1 プロトコル仕様の時間パラメータ値

IPv6/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様の時間パラメータの推奨値を示す。

表 付1 IPv6/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様における時間パラメータ

表記	参照	値	必須・推奨	意味
T0	2.7.4(2)(C)(iv)	50msec 以内	推奨	MAC アドレス初期化要求パケットを受信後、MAC アドレス初期化応答パケットを送信するまでのウェイトにおいて、ECHONET MAC アドレス=0 でのウェイト
T1	2.7.4(2)(C)(iv)	0	必須	MAC アドレス初期化要求パケットを受信後、MAC アドレス初期化応答パケットを送信するまでのウェイトにおいて、ECHONET MAC アドレスの1 差におけるウェイト増分
T2	2.7.4(2)(C)(ii)	3.0sec	必須	MAC アドレス初期化要求パケットをマルチキャスト後、MAC アドレス初期化応答パケットを受信する時間
T4	2.7.3(3)	3.0sec	必須	ハード/MAC 逆アドレス解決要求パケットを送信後、ハード/MAC 逆アドレス解決応答パケットを受信するまでのタイムアウト
T5	2.7.5(2)	3.0sec	必須	MAC アドレスサーバ検出要求パケットを送信後、MAC アドレスサーバ検出応答パケットを受信するまでのタイムアウト
T6	2.7.4(2)(C)(ii)	100msec 以下	推奨	MAC アドレス初期化要求パケットを送信する際の間隔
同上	2.7.4(2)(C)(ii)	同上		MAC アドレス確認要求パケットを送信する際の間隔
同上	2.7.5(2)	同上		MAC アドレスサーバ検出要求パケットを送信する際の間隔
同上	2.7.5(2)	同上		MAC アドレスサーバ通知パケットを送信する際の間隔
T8	2.7.4(2)(C)(ii)	24hour	推奨	MAC アドレス初期化要求パケットを受信した場合に、含まれる ECHONET MAC アドレスを再び使用可能になるまでの時間 MAC アドレス確認要求パケットを受信した場合に、含まれる ECHONET MAC アドレスを再び使用可能になるまでの時間
T9	2.7.4(2)(C)(ii)	3.0sec	必須	MAC アドレス確認要求パケットを送信後、MAC アドレス確認応答パケット、MAC アドレス初期化要求パケット(RMAC が自己の仮 ECHONET MAC アドレスと等しい場合)、MAC アドレス確認要求パケッ

				ト(RMAC が自己の仮 ECHONET MAC アドレスと等しい場合)の受信までのタイムアウト
T10	2.7.4(2)(C)(ii)	0~100m sec	推奨	初期化シーケンス実行前のウエイト (乱数)
T11	2.7.5(3)	200mse c	必須	MAC アドレスサーバが MAC アドレス初期化応答パケットを送信後、MAC アドレス割当応答パケットを受信するまでのタイムアウト
T12	2.7.5(2)	20sec	推奨	MAC アドレスサーバ検出要求パケットを受信後、再び MAC アドレスサーバ検出要求パケットを送信するまでのウエイト
T13	2.7.4(2)(C)(iv)	24hour	推奨	パケットを受信後、UsedMAC を 1 にしてもよい時間
T14	2.7.3	3.0sec	推奨	MAC アドレス全ノード要求パケットを送信後、MAC アドレス全ノード応答パケットをウエイトする時間

IPv6/6LoWPAN 通信プロトコル仕様の時間パラメータの推奨値を示す。

表 付2 IPv6/6LoWPAN 通信プロトコル仕様における時間パラメータ

表記	参照	値	必須・推奨	意味
T0	2.7.4(2)(C)(iv)	50msec 以内	推奨	MAC アドレス初期化要求パケットを受信後、MAC アドレス初期化応答パケットを送信するまでのウェイトにおいて、ECHONET MAC アドレス=0 でのウェイト
T1	2.7.4(2)(C)(iv)	0	必須	MAC アドレス初期化要求パケットを受信後、MAC アドレス初期化応答パケットを送信するまでのウェイトにおいて、ECHONET MAC アドレスの1差におけるウェイト増分
T2	2.7.4(2)(C)(ii)	3.0sec	必須	MAC アドレス初期化要求パケットをマルチキャスト後、MAC アドレス初期化応答パケットを受信する時間
T4	2.7.3(3)	3.0sec	必須	ハード/MAC 逆アドレス解決要求パケットを送信後、ハード/MAC 逆アドレス解決応答パケットを受信するまでのタイムアウト
T5	2.7.5(2)	3.0sec	必須	MAC アドレスサーバ検出要求パケットを送信後、MAC アドレスサーバ検出応答パケットを受信するまでのタイムアウト
T6	2.7.4(2)(C)(ii)	100msec 以下	推奨	MAC アドレス初期化要求パケットを送信する際の間隔
同上	2.7.4(2)(C)(ii)	同上		MAC アドレス確認要求パケットを送信する際の間隔
同上	2.7.5(2)	同上		MAC アドレスサーバ検出要求パケットを送信する際の間隔
同上	2.7.5(2)	同上		MAC アドレスサーバ通知パケットを送信する際の間隔
T8	2.7.4(2)(C)(ii)	24hour	推奨	MAC アドレス初期化要求パケットを受信した場合に、含まれる ECHONET MAC アドレスを再び使用可能になるまでの時間 MAC アドレス確認要求パケットを受信した場合に、含まれる ECHONET MAC アドレスを再び使用可能になるまでの時間
T9	2.7.4(2)(C)(ii)	3.0sec	必須	MAC アドレス確認要求パケットを送信後、MAC アドレス確認応答パケット、MAC アドレス初期化要求パケット(RMAC が自己の仮 ECHONET MAC アドレスと等しい場合)、MAC アドレス確認要求パケット(RMAC が自己の仮 ECHONET MAC アドレスと等しい場合)の受信までのタイムアウト
T10	2.7.4(2)(C)(ii)	0~100m sec	推奨	初期化シーケンス実行前のウェイト (乱数)

T11	2.7.5(3)	200msec	必須	MAC アドレスサーバがMAC アドレス初期化応答パケットを送信後、MAC アドレス割当応答パケットを受信するまでのタイムアウト
T12	2.7.5(2)	20sec	推奨	MAC アドレスサーバ検出要求パケットを受信後、再び MAC アドレスサーバ検出要求パケットを送信するまでのウエイト
T13	2.7.4(2)(C)(iv)	24hour	推奨	パケットを受信後、UsedMAC を 1 にしてもよい時間
T14	2.7.3	3.0sec	推奨	MAC アドレス全ノード要求パケットを送信後、MAC アドレス全ノード応答パケットをウエイトする時間