

## 第 3 部 伝送メディアと下位通信ソフトウェア仕様

改定履歴

- Version1.0 2000年3月18日 制定,コンソーシアム会員内公開。  
 2000年7月 一般公開。
  - Version1.01 2001年5月23日 コンソーシアム会員内公開。  
 Version1.0の追補&正誤反映版。
  - Version2.00 2001年8月07日 コンソーシアム会員内公開。
- 電灯線A,B方式の,電灯線方式としての統合(A方式で統一)に伴う記述修正。第3部における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	1.2,1.3	電灯線A,B方式の1本化による,削除および記述変更。
2	第2章	電灯線A,B方式の1本化による,電灯線通信プロトコル仕様の呼称変更。
3	第3章~第6章	電灯線A,B方式の1本化による,章番号の一つずつの繰り上がりとそれに伴う図表番号の変更

- Version2.01 2001年11月09日 誤記の修正,表記の統一など実施。
- Version2.01 2001年12月19日 コンソーシアム会員内公開。
- Version2.10Preview 2001年12月28日 コンソーシアム会員内公開。
- Version2.10Draft 2002年2月15日 コンソーシアム会員内公開。  
 第3部における変更事項は,2.5,3.5,5.5,6.5各節内状態遷移関連の記述修正。
- Version2.10 2002年3月7日 コンソーシアム会員内公開。
- Version2.11 2002年4月26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	2.5,3.5,4.7,5.5,6.5	状態遷移関連のLowResetをLowStartに誤記訂正。及びそれぞれのステータス取得サービス戻り値訂正。
2	2.5,6.5	下位通信ソフトウェア種別取得サービス(LowGetDevID)誤記追加。
3	第2章~第6章	その他文言誤記訂正。

- Version3.00Draft 2002年6月12日 コンソーシアム会員内公開。  
 第1章 IP/Bluetooth,IP/Ethernet・IEEE802.3記述追加,  
 第7章 IP/Bluetooth 通信プロトコル仕様及び第8章  
 IP/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様追加。

- **Version3.00**            2002年8月29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	7.7.2	パケットフォーマット追加訂正。 ECHONET フレーム転送パケット等フォーマット修正。 ネットワーク管理メッセージパケット追加。
2	7.7.6	時間に関する規定への具体値追加。
3	7.9	(5)アドレスサーバ機能を含む機器追加等。
4	3.5,5.5	下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID) 追加。
5	第2章~第8章	その他文言誤記追加訂正。

- **Version3.10Draft**    2002年11月8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	7.6	ポート番号規定。
2	7.7	アドレスサーバ必須パケット記載訂正。
3	7.9,8.9	アドレスサーバに関する記述追加訂正。

- **Version3.10**            2002年12月18日          コンソーシアム会員内公開。
- **Version3.11**            2003年3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	7.6	マルチキャストアドレス番号規定。
2	7.7.2 (2)(ウ),(3)(ウ)	誤記訂正

- **Version3.12**            2003年5月23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	7.4, 7.7.3 (3)	マルチキャストアドレス番号規定。
2	7.4, 7.7.2	ポート番号規定。
3	7.1, 7.1.1 (3), 7.4, 図7.10, 図7.12, 7.7.2 (1), 8.1, 8.1.1 (3), 図8.5, 図8.6	ECHONET フレーム転送パケットに格納されるフレームを、ECHONET フレームから、ECHONET 伝送フレームに修正。
4	2,3,6,7章	一部誤記訂正

- **Version3.20 Draft**    2003年10月17日          コンソーシアム会員内公開。

・ Version3.20                      2004年 1月 8日              コンソーシアム会員内公開。

	変更部位 (目次項目)	追加・変更概要
1	2.5	LowGetProData, LowGetAddress に関する記述を追加
2	2.5.5、3.5.5、4.7.4、5.5.6 6.5.5、7.8.6、8.8.4	用語修正 LowRecvData を LowReceiveData に修正
3	3.5.4、3.5.5、5.5.5、5.5.6 7.8.5、7.8.6	用語修正 LowGetMacAddress を LowGetAddress に修正
4	4.2.7 他	LowWakeUp と LowWakeup の表記不統一を LowWakeUp に統一
5	4.4.1、4.4.3、4.5.5、5.2.1 5.4.1 図5.5、5.5.5	誤記修正
6	4.7	LowGetDevID, LowRequestRun, LowGetAddress に関する記述を追加
7	7.7	表 7.28 一時停止要求、動作開始要求の説明を修正
8	7. 付録 7.1	誤記修正

・ Version3.21                      2004年 5月26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	3.3.1	変調度の規定を追加
2	3.3.2	5チャンネル使用に関する記述を修正
3	3.4.4	図3.1 ~ 図3.5 記述内容追加

・ Version3.21                      2005年10月13日              一般公開。

- ・ 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 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 下位通信ソフトウェア概要.....	1-2
1.3 新規伝送メディア概要.....	1-4
1.4 他規格との関連.....	1-5
第2章 電灯線通信プロトコル仕様.....	2-1
2.1 方式概要.....	2-1
2.1.1 規格範囲.....	2-1
2.2 機械・物理仕様.....	2-2
2.2.1 コネクタ形状.....	2-2
2.2.2 対象電灯線.....	2-2
2.2.3 媒体仕様.....	2-2
2.2.4 トポロジー.....	2-3
2.3 電気仕様.....	2-4
2.3.1 方式諸元.....	2-4
2.4 論理仕様.....	2-9
2.4.1 レイヤ1.....	2-9
2.4.2 レイヤ2.....	2-11
2.4.3 レイヤ3.....	2-22
2.5 基本シーケンス.....	2-26
2.5.1 基本的な考え方.....	2-26
2.5.2 停止状態.....	2-27
2.5.3 初期化処理中状態.....	2-27
2.5.4 通信停止状態.....	2-28
2.5.5 通常動作状態.....	2-29
2.5.6 エラー停止状態.....	2-30
2.6 ハウスコードおよびMACアドレスのP&P設定.....	2-32
第3章 小電力無線通信プロトコル仕様.....	3-1
3.1 方式概要.....	3-1
3.1.1 通信モデル.....	3-1
3.1.2 ARI B標準規格.....	3-2
3.2 機械・物理特性.....	3-3
3.3 電気特性.....	3-3
3.3.1 伝送方式および伝送信号.....	3-3
3.3.2 周波数.....	3-3

3.4	論理仕様	3-9
3.4.1	電文構成	3-9
3.4.2	レイヤ1	3-11
3.4.3	レイヤ2	3-19
3.4.4	レイヤ3	3-38
3.5	基本シーケンス	3-44
3.5.1	基本的な考え方	3-44
3.5.2	停止状態	3-45
3.5.3	初期化処理中状態	3-45
3.5.4	通信停止状態	3-46
3.5.5	通常動作状態	3-48
3.5.6	エラー停止状態	3-49
3.5.7	一時停止状態	3-49
第4章	拡張HBS通信プロトコル仕様	4-1
4.1	方式概要	4-1
4.2	機械・物理特性	4-2
4.2.1	伝送媒体及び伝送対数	4-3
4.2.2	ケーブル長	4-3
4.2.3	トポロジー	4-3
4.2.4	端末の接続台数	4-3
4.2.5	情報コンセントの形状(信号との対応含む)	4-3
4.2.6	情報コンセントと信号との対応	4-3
4.3	電気特性	4-4
4.3.1	ケーブルの特性インピーダンス	4-4
4.3.2	制御チャンネル用ケーブルの負荷抵抗	4-4
4.3.3	制御信号の伝送速度	4-4
4.3.4	制御信号の伝送方式及び伝送波形	4-5
4.3.5	制御信号の送受信レベル	4-5
4.3.6	接続する端末のインピーダンス及び給電電圧	4-6
4.3.7	制御チャンネルの給電電圧	4-6
4.4	論理仕様(レイヤ1仕様)	4-7
4.4.1	制御方式	4-7
4.4.2	同期方式	4-7
4.4.3	制御信号の基本フォーマット	4-8
4.4.4	休止時間 休止期間	4-8
4.4.5	パケットの優先	4-9
4.4.6	衝突検出手順	4-9
4.4.7	同期回復手順	4-10
4.4.8	短電文割り込み手順	4-10
4.5	論理仕様(レイヤ2仕様)	4-12

4.5.1	アドレス	4-12
4.5.2	同報、一斉同報、グループ同報	4-13
4.5.3	制御コード	4-13
4.5.4	電文長コード	4-14
4.5.5	データ領域	4-14
4.5.6	チェックコード	4-15
4.5.7	ダミーコード	4-15
4.5.8	誤り検出及び誤り制御 (ACK/NAK 応答)	4-15
4.6	論理仕様 (レイヤ7仕様)	4-17
4.6.1	ヘッダーコード (HD)	4-17
4.6.2	システム共通コマンド	4-18
4.6.3	通信シーケンス	4-19
4.7	基本処理シーケンス (ソフトウェア内部状態遷移仕様)	4-22
4.7.1	基本的な考え方	4-22
4.7.2	停止状態	4-23
4.7.3	初期化処理中状態	4-23
4.7.4	通常動作状態	4-24
4.7.5	エラー停止状態	4-25
4.7.6	一時停止状態	4-26
付録4.1	参考文献	4-28
付録4.2	コマンド詳細仕様	4-29
第5章	IrDA Control通信プロトコル仕様	5-1
5.1	方式概要	5-1
5.1.1	概要	5-1
5.1.2	規格範囲	5-2
5.2	機械・物理仕様	5-3
5.2.1	特性	5-3
5.2.2	トポロジー	5-3
5.3	電気仕様	5-4
5.3.1	符号化方式	5-4
5.4	論理仕様	5-6
5.4.1	電文構成全体像	5-6
5.4.2	レイヤ1 (PHY層)	5-7
5.4.3	レイヤ2 (MAC層)	5-8
5.4.4	レイヤ2 (LLC層)	5-9
5.4.5	パケットの収容	5-11
5.5	基本シーケンス	5-12
5.5.1	基本的な考え方	5-12
5.5.2	停止状態	5-13
5.5.3	コールドスタート	5-14

5.5.4	ウォームスタート .....	5-17
5.5.5	通信停止状態 .....	5-18
5.5.6	動作状態 .....	5-21
5.5.7	エラー停止状態 .....	5-22
5.5.8	一時停止状態 .....	5-23
5.6	収容規定 .....	5-24
5.6.1	ホストとペリフェラルの関係 .....	5-24
5.6.2	サブネット内個別指定電文の取り扱いについて .....	5-24
5.6.3	ホスト・ペリフェラルの推奨条件 .....	5-24
5.6.4	ホスト・ペリフェラルの必須条件 .....	5-24
第 6 章	LonTalk®通信プロトコル仕様 .....	6-1
6.1	方式概要 .....	6-1
6.1.1	第 6 章の構成 .....	6-2
6.2	機械・物理仕様 .....	6-2
6.3	電気特性 .....	6-2
6.4	論理仕様 .....	6-3
6.4.1	レイヤ 1 .....	6-3
6.4.2	レイヤ 2 .....	6-4
6.4.3	レイヤ 3 .....	6-5
6.5	シーケンス .....	6-6
6.5.1	基本的な考え方 .....	6-6
6.5.2	停止状態 .....	6-7
6.5.3	初期化処理中状態 .....	6-8
6.5.4	通信停止状態 .....	6-9
6.5.5	通常動作状態 .....	6-9
6.5.6	エラー停止状態 .....	6-11
6.5.7	一時停止状態 .....	6-11
6.5.8	(Neuron® Chip)NodeID の設定シーケンス .....	6-13
6.6	ARIB STD-T67 トランシーバ仕様 .....	6-15
6.6.1	方式概要 .....	6-15
6.6.2	機械・物理仕様 .....	6-16
6.6.3	電気特性 .....	6-16
6.6.4	論理仕様 (レイヤ 1) .....	6-18
6.6.5	トランシーバの動作シーケンス .....	6-19
6.6.6	自動チャンネル切り換えシステム .....	6-20
6.6.7	グループ ID 登録 .....	6-21
6.6.8	(Neuron® Chip)Node-ID 設定 .....	6-22
6.6.9	送信方式 .....	6-23
6.6.10	受信方式 .....	6-24
付録	参考文献 .....	i

第7章 IP/Bluetooth 通信プロトコル仕様.....	7-1
7.1 方式概要.....	7-1
7.1.1 通信モデル.....	7-2
7.1.2 適用規格.....	7-8
7.1.3 規格化範囲.....	7-9
7.2 機械・物理特性.....	7-10
7.3 電氣的仕様.....	7-10
7.3.1 伝送方式および伝送信号.....	7-10
7.3.2 周波数.....	7-12
7.4 論理仕様概要.....	7-13
7.5 論理仕様 (Bluetooth レイヤ以下).....	7-18
7.5.1 Bluetooth.....	7-18
7.5.2 PAN プロファイル.....	7-20
7.6 論理仕様 (IP レイヤ).....	7-25
7.7 論理仕様 (IP / Bluetooth インタフェースレイヤ).....	7-27
7.7.1 UDP インタフェース.....	7-27
7.7.2 パケットフォーマット.....	7-27
7.7.3 基本通信シーケンス.....	7-42
7.7.4 ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンス.....	7-53
7.7.5 MAC アドレスサーバ機能.....	7-69
7.7.6 時間に関する規定.....	7-74
7.7.7 Bluetooth インタフェース.....	7-76
7.8 基本シーケンス (ソフトウェア内部状態遷移仕様).....	7-78
7.8.1 基本的な考え方.....	7-78
7.8.2 停止状態.....	7-79
7.8.3 コールドスタート状態.....	7-80
7.8.4 ウォームスタート状態.....	7-80
7.8.5 通信停止状態.....	7-81
7.8.6 動作状態.....	7-82
7.8.7 エラー停止状態.....	7-83
7.8.8 一時停止状態.....	7-83
7.9 収容規定他.....	7-85
7.9.1 NAP,GN,PANU 収容要件等.....	7-85
7.9.2 留意すべき事項.....	7-87
付録7.1 Bluetooth Utility レイヤについて.....	i
第8章 IP/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様.....	8-1
8.1 方式概要.....	8-1
8.1.1 通信モデル.....	8-2
8.1.2 適用規格.....	8-3

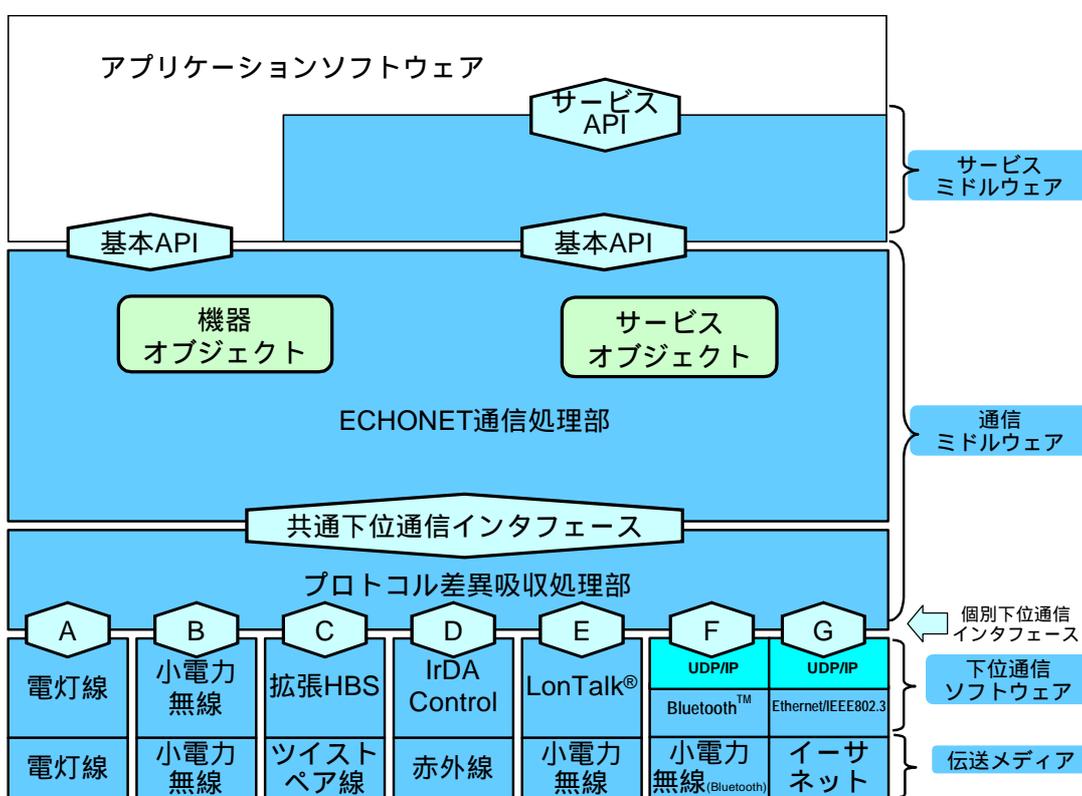
---

8.1.3 規格化範囲 .....	8-4
8.2 機械・物理仕様.....	8-4
8.3 電気仕様 .....	8-4
8.4 論理仕様概要 .....	8-5
8.5 論理仕様 (Ethernet・IEEE802.3 ネットワークレイヤ) .....	8-8
8.6 論理仕様 (UDP/IP レイヤ).....	8-10
8.7 論理仕様 (ECHONET/IP レイヤ).....	8-10
8.7.1 時間規定.....	8-10
8.8 基本シーケンス.....	8-11
8.8.1 停止状態.....	8-12
8.8.2 初期化処理中状態 .....	8-12
8.8.3 通信停止状態 .....	8-13
8.8.4 通常動作状態 .....	8-14
8.8.5 エラー停止状態 .....	8-15
8.8.6 一時停止状態 .....	8-15
8.9 収容規定他 .....	8-16

## 第 1 章 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。伝送メディアは図の最下層に示す 7 種類の伝送メディア(電灯線,小電力無線,拡張HBS,赤外線IrDA,LonTalk®,Bluetooth™,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(図 1 . 1 の A ~ G)にて規定する。



LonTalk は、米国その他の国々での Echelon Corporation の登録商標です。  
 Bluetooth は Bluetooth SIG,Inc の登録商標です。  
 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 下位通信ソフトウェア概要

ECHONET では、下記に示す5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。

### 電灯線下位通信ソフトウェア

電波法施行規則に準拠し、屋内に既に敷設された電灯線をメディアとする直接スペクトラム拡散方式の下位通信ソフトウェア。

### 小電力無線下位通信ソフトウェア

ARIB 標準規格STD-T67,およびSTD-30に基づき、小電力無線をメディアとする下位通信ソフトウェア。

### 拡張HBS 下位通信ソフトウェア

JEITA (旧EIAJ ; 2000年11月1日にJEIDA およびEIAJ が統合され、発足)のET-2101 (HBS) に拡張することで、ツイストペア線をメディアとした下位通信ソフトウェア。ET-2101 から最大伝送距離の延長(最大1 km), 媒体対数として1対を許す, アドレス重複検出等の変更を行っている。

### IrDA 依存下位通信ソフトウェア

IrDA CIR Standard (IrDA Control) に基づき、赤外線をメディアとする下位通信ソフトウェア。通信距離は標準8 m, 伝送速度75kbps, 応答性は通常13.8msecの即応性を有している。通信形態は1:N(最大8)が可能。

### LonTalk®依存下位通信ソフトウェア

LonTalk®プロトコルに準拠し、小電力無線をメディアとする下位通信ソフトウェア。プロトコル処理は伝送メディアに依存しないため、幅広い種類のメディアに対応可能であり、今後他のメディアへの展開を検討していく。

### IP/Bluetooth 依存下位通信ソフトウェア

Bluetooth™規格,およびARIB 標準規格STD-T66に基づいた,Bluetooth™無線をメディアとする下位通信ソフトウェア。プロトコルとしてUDP/IPを使用する。

### IP/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下位通信ソフトウェア。プロトコルとしてUDP/IP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	電灯線	小電力無線	赤外線	ペア線
電灯線下位通信ソフトウェア		-	-	-
小電力無線通信下位ソフトウェア	-		-	-
拡張 HBS 下位ソフトウェア	-	-	-	
IrDA 依存下位通信ソフトウェア	-	-		-
LonTalk®依存下位通信ソフトウェア	-		-	-
IP/Bluetooth™依存下位通信ソフトウェア	-	(Bluetooth)	-	-
IP/Ethernet・IEEE802.3 依存下位通信ソフトウェア	-	-	-	同軸ファイバー含む

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
  - 同報機能識別 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 新規伝送メディア概要

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。

#### 電灯線

屋内にすでに敷設された電灯線を伝送メディアにするものである。通信信号の伝送に既設の電灯線を利用するため,新たに特別な電線を引く必要もなく,省施工性が大きなメリットである。今回 ECHONET としては,直接スペクトラム拡散方式を提案する。

電灯線を用いたデータ伝送の適用対象・用途として以下を想定している

・適用対象：住宅,中小ビル,店舗など

(・単相2線式,100V ・単相3線式,100V/200V の100/200V 線間)

・用途：電灯線通信プロトコルの適用を想定するアプリケーション

エネルギーの効率的利用(EMS),設備の集中監視・制御,メンテナンスなど

#### 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。

電波を用いる小電力無線は次のような特長がある。

- (1) 送信出力 最大10mW (Bluetooth では100mW) で数m~数十mの通信が可能である。
- (2) 壁などを通して部屋間の通信や屋外との通信が可能である。
- (3) 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。
- (4) 使用者の無線免許申請が不要で扱いやすい。

STD-T30 に基づく仕様では受信待ち受け時の消費電力を減らし電池電源で長時間動作が可能な間欠受信を備えている。

#### 赤外線

- ・信号線の配線工事が不要(省施工性大)
- ・携帯する機器に有望
- ・建物外部への漏洩がなく,セキュリティが高い

#### ツイストペア線

- ・信頼性が高い
- ・セキュリティが高い

## 1.4 他規格との関連

### 電灯線

本規格は、電波法及び、電波法施行規則に準拠しており、当該規則は、財団法人 電気通信振興会（電話 03-3940-3951, FAX 03-3940-4055）で入手できる。

### 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
- ・ 法律に基づき郵政省が定める省令 : 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郵政省告示

ARIB 標準規格は、社団法人 電波産業会（電話 03-5510-8590, F A X 03-3592-1103, <http://www.arib.or.jp/>）で入手できる。

### 赤外線

本規格は IrDA (Infrared Data Association) が定める IrDA Control に適合する。IrDA Control は、IrDA のホームページ (<http://www.irda.org/>) から入手できる。

### LonTalk®プロトコル

LonTalk®プロトコルを、伝送メディア通信プロトコルレイヤ1～3に適用する。伝送メディアの一つとして、特定小電力無線のうち、ARIB STD-T67を適用する。

### IP/Bluetooth™プロトコル

本規格は Bluetooth SIG (Special Interest Group) が定める Bluetooth™ 規格を前提にし UDP/IP 関連のインターネット標準規格を適用する。小電力無線規格として ARIB STD-T66を適用する。

### IP/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/IP 関連のインターネット標準規格を適用する。

## 第2章 電灯線通信プロトコル仕様

### 2.1 方式概要

本方式は、直接スペクトル拡散を基本とするデータ伝送方式であり、受信方式の自由度が高く、かつ伝送路特性の劣化（歪み、雑音）に対応できる信頼性の高い通信方式である。

#### 2.1.1 規格範囲

本規格は、レイヤ1の機械・物理仕様、電気仕様、論理仕様ならびに、レイヤ2、3論理仕様により構成される。機械・物理仕様は、コネクタ、対象電灯線を規定する。電気仕様は、変復調部を規定する。レイヤ1～3の論理仕様は、各レイヤの処理およびレイヤ間の信号インターフェースを規定する。

なお、電気仕様(変復調部)と論理仕様間の電氣的インターフェース仕様は、規定しない。

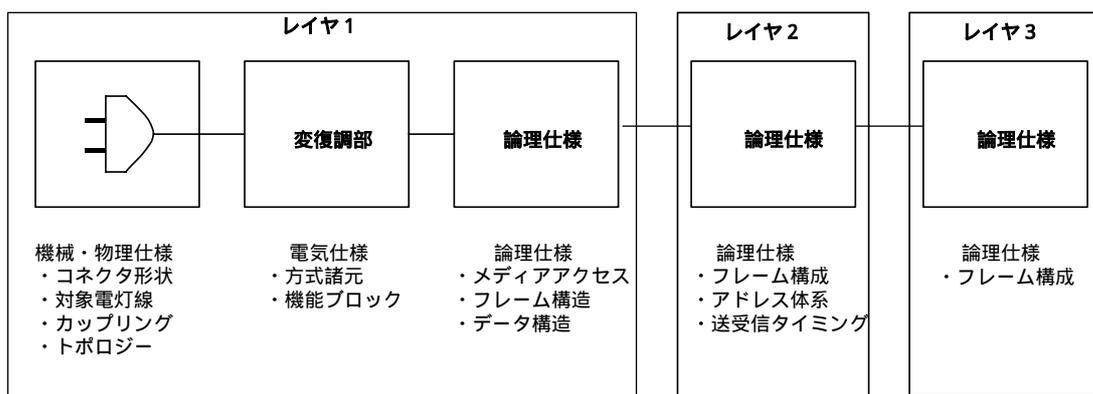


図2.1 規格範囲

## 2.2 機械・物理仕様

### 2.2.1 コネクタ形状

ACプラグ、コンセント、直付接続

### 2.2.2 対象電灯線

対象とする電灯線の電気方式は、単相2線、単相3線、100Vまたは200V。  
但し、3線式の場合は異相間で信号を伝達する手段が必要。

三相3線式200V電力線への対応については、必要に応じ将来検討する。

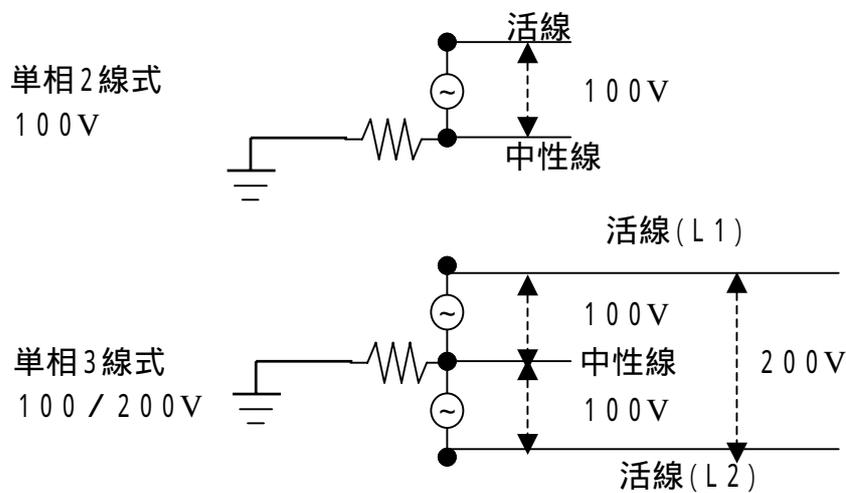


図2.2 電気方式

### 2.2.3 媒体仕様

#### (1) カップリング方式

L1 中性線間、L2 - 中性線間、またはL1 - L2線間に信号を注入する線間結合方式とする。

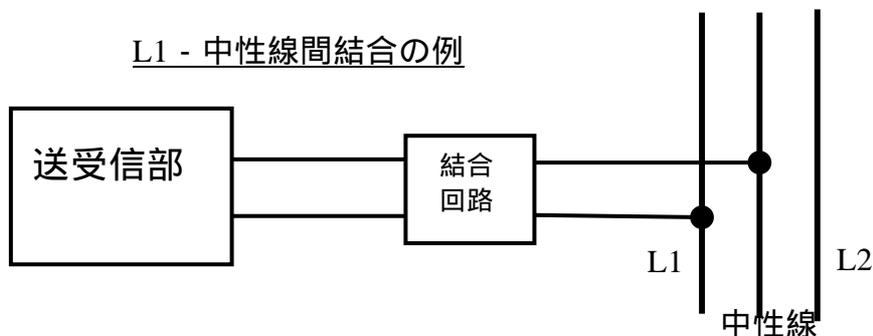


図2.3 カップリング方式

## 2.2.4 トポロジー

宅内ならびに中小ビル/店舗の電灯線敷設形態に対応するためトポロジーについては特に制約を設けない。

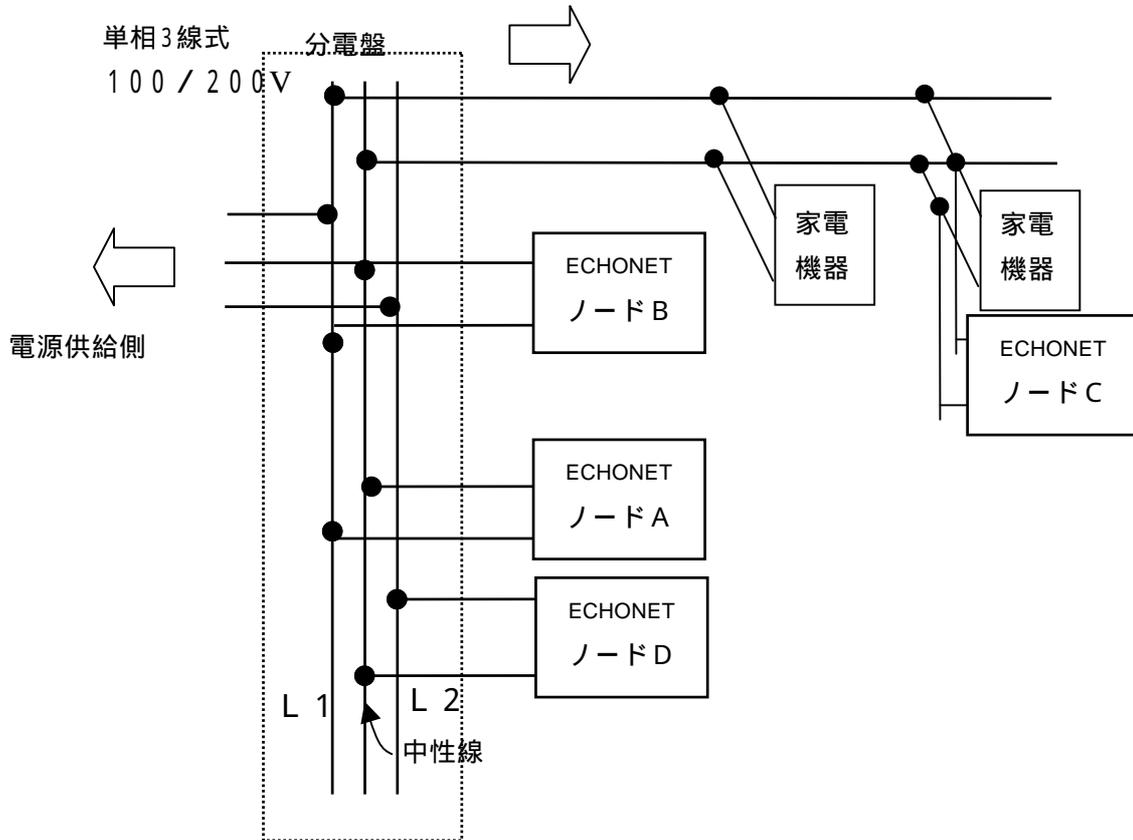


図2.4 電灯線配線のトポロジー

通信品質は、伝送距離や、ECHONET ノード間の家電機器の数等により劣化する。

例えば、ノードA - B間よりも、ノードA - C間の方が、途中に存在する家電機器の影響により伝送路特性が劣化する。

また、端末A - D間のように、異なった線間での通信の確保は困難であり、この場合、L1 - L2間に、HPF等を挿入するか、もしくは、L1、L2に接続される端末は、各々別サブネットとみなし、ECHONET ルータを介することで通信が可能となる。

さらに、たとえば200V仕様のエアコン用電灯線(図2.4 L1-L2間)と100Vの電灯線は、通信用の高周波信号は伝送されないため、各々別サブネットとみなされる。このような電灯線配線において通信するためには、ECHONET ルータ等の中継手段を別途設ける必要がある。また、電灯線によってはブロッキングフィルタの設置が必要な場合もある。

## 2.3 電気仕様

本規格の電灯線搬送方式は、電波法施行規則第46条の2の6「搬送波の変調の形式がスペクトラム拡散方式である特別搬送式デジタルデータ伝送装置の条件」(平成12年12月現在;平成11年7月12日 郵政省令第60号により、対象条文の番号を変更)を準拠するものとする。

### 2.3.1 方式諸元

(1) スペクトラム拡散方式

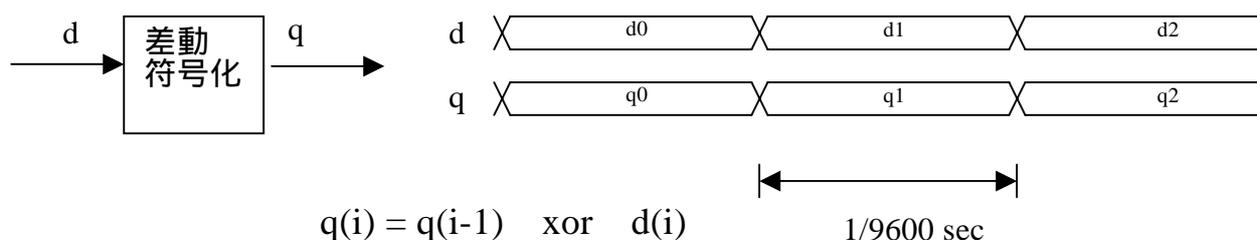
直接スペクトラム拡散

拡散符号：データ1ビット長と拡散符号長は一致していること。

拡散符号の系列および chip 長は規定しない。

(2) 1次変調方式

差動符号化



(3) 伝送速度

9600bps ± 50ppm

(4) キャリアセンス感度

入力電力0.1mW以下

(5) 送信電力

10mW / 10kHz以下 (最大値は定格値の120%以下)

(6) 拡散範囲

10kHz ~ 450kHz

(少なくとも200kHz ~ 300kHzの帯域には拡散すること)

(7) 出力端子におけるスプリアスの強度

450kHzを超え5MHz以下: 56dBμV以下

5MHzを超え30MHz以下: 60dBμV以下

(8) 漏洩電界 (送信装置から30m、の距離において)

(A) 拡散範囲の周波数: 100μV/m

(B) 526.5kHz ~ 1606.5kHz: 30μV/m

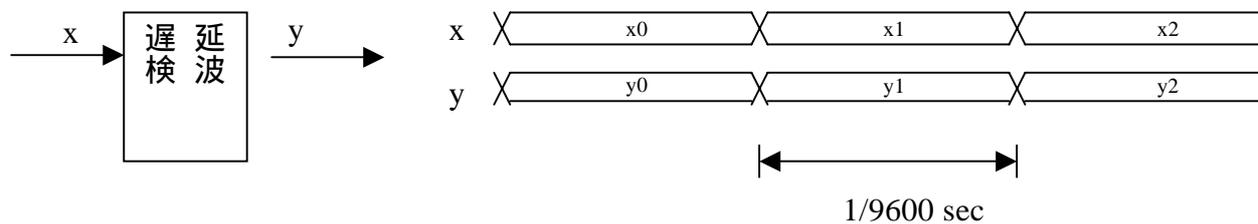
(C) A、B以外の周波数: 100μV/m

(9) 受信感度

入力電力0.1mW以下

( 1 0 ) 復調部検波方式

遅延検波



$x$  は、受信した拡散信号もしくはその一部  
 拡散符号の逆拡散と差動復号が同時に行なわれる。

( A ) 入力  $x$  がバイナリ信号の場合

$$y(i) = x(i) \text{ xor } x(i-1)$$

( B ) 入力  $x$  が多値デジタル信号、またはアナログ信号の場合

$$y(i) = \begin{cases} 0 & (x(i) \text{ と } x(i-1) \text{ が同相}) \\ 1 & (x(i) \text{ と } x(i-1) \text{ が逆相}) \end{cases}$$

多値デジタル - 信号 2 値 (バイナリ) よりも電圧レベル数の多いデジタル信号、  
 または複数のバイナリ信号線で構成されたバスによって伝送される  $2^k$  値のデジタル  
 信号 (  $k$  は 2 以上の整数 )

## 補足1 変復調部の構成例

電灯線は、本来用途として、通信用の高周波信号を伝送するようには設計されておらず、家電機器に起因する雑音や減衰およびインピーダンス変動が存在する。  
 伝送路としての電灯線の特徴は、適用する場所によって著しく異なるため、復調方式選択の自由を許し、復調方式は規定していない。また、相互接続の観点からも復調方式の差異は問題にならない。

### 補足1.1 変調部の構成例

変調部の構成例を図2.5に示す。変調部は、データの差動符号化部、拡散符号発生部および、差動符号化データと拡散符号を乗算する乗算ブロックから構成される。  
 拡散符号は、自由であり、規定していない。

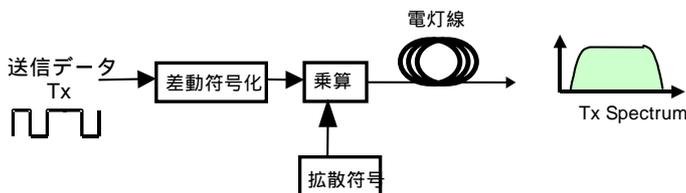
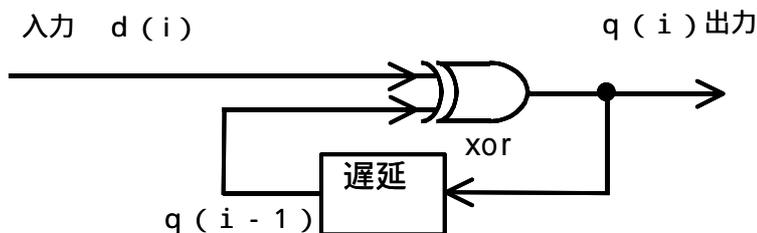


図2.5 変調部（直接スペクトラム拡散）の構成例

### 補足1.2 差動符号化ブロックの入出力データの事例

入力データ		1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0
出力データ	(0)	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0

入力データが、“0”なら、ひとつ前の出力データをそのまま出力する。  
 入力データが、“1”なら、ひとつ前の出力データを反転させて出力する  
 差動符号化ブロックの構成例を以下に示す。



### 補足 1 . 3 復調部の構成例

復調部の一例として、「サブバンド遅延検波方式」を図 2 . 6 に示す。  
 本方式は、周波数ダイバーシチ効果により比較的伝送特性の劣悪な場所でも、良好な受信特性を得ることが可能である。  
 図に示すように、受信したスペクトラム拡散信号を BPF 1 ~ n で、周波数分割受信する。  
 サブバンド帯域幅およびサブバンド数は、任意である。

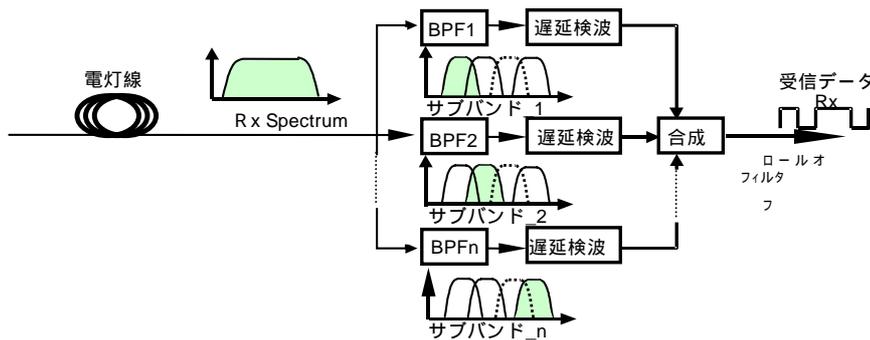


図 2 . 6 復調部 (サブバンド遅延検波方式) の構成例

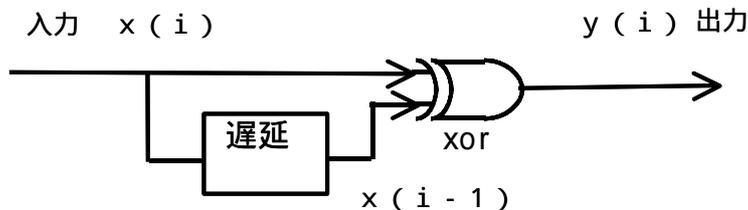
### 補足 1 . 4 遅延検波ブロックの入出力データの事例

(入力がバイナリ信号、拡散符号が 1 0 1 の場合)

入力信号	010	101	010	010	101	101	010	101	101	101	010	010
遅延信号		010	101	010	010	101	101	010	101	101	101	010
出力データ		1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0

入力信号とひとつ前の入力信号 (遅延信号) の xor (排他的論理和) が、出力信号となる

遅延検波ブロックの構成例を以下に示す。



補足1.5 遅延検波ブロックの入出力データの事例

(入力 多値デジタル信号の場合)

多値デジタル信号-2値(バイナリ)よりも電圧レベル数の多いデジタル信号、または複数のバイナリ信号線で構成されたバスによって伝送される $2^k$ 値のデジタル信号( $k$ は2以上の整数)

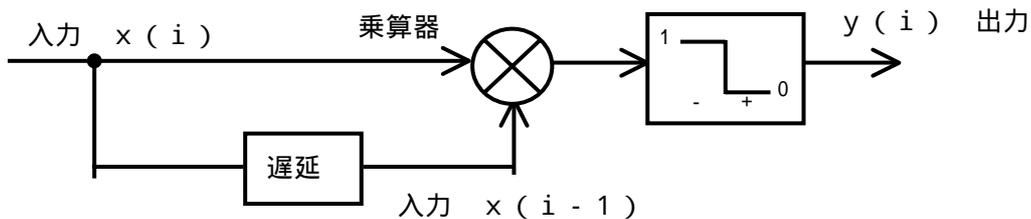
入力信号	-1,2,-1	1,-2,1	-1,2,-1	-1,2,-1	1,-2,1	1,-2,1	-1,2,-1
遅延信号		-1,2,-1	1,-2,1	-1,2,-1	-1,2,-1	1,-2,1	1,-2,1
乗算結果		-	-	+	-	+	-
出力信号		1	1	0	1	0	1

入力信号とひとつ前の入力信号(遅延信号)を乗算する。

その乗算結果の符号をバイナリに変換し出力する。

- 符号マイナスの時(入力信号と遅延信号が逆相の時) 1
- 符号プラスの時(入力信号と遅延信号が同相の時) 0

遅延検波ブロックの構成例を以下に示す(入力がアナログの場合にも同じ構成のアナログ回路により実現可能)



## 2.4 論理仕様

### 2.4.1 レイヤ1

- (1) 伝送制御方式  
CSMA方式
- (2) キャリアセンス  
キャリアセンスあり・代用も可
- (3) 休止期間  
通常のフレーム(応答信号、自動再送信除く)の休止期間: 40ms以上
- (4) レイヤ1フレーム構成

プリ アンプル	同期コー ド	フレーム タイプ	ハウス コード	レイヤ1 ペイロード
------------	-----------	-------------	------------	---------------

(A) プリアンプル: シンボル同期コード

受信機の受信タイミングを送信機の送信タイミングと同期するためにプリアンプルを使用する。

プリアンプル: 010101.....0101 (8バイト)

(B) 同期コード: フレーム同期コード

同期コードはデータの始まりを示すためにプリアンプルとフレームタイプフィールドの間に挿入される。同期コードは固定値とする。送信時、同期コードは信号方式で規定したビット変調方式により変調し送信される。

同期コード: 1111010110010000

(C) フレームタイプ: フレーム長/種類定義コード

SHORT、MIDDLE、LONG、DOUBLE LONG、ANSWER FRAME を定義する。

SHORT FRAME (フレームタイプ: 00000000)

プリアンプル 8バイト	同期コード 2バイト	フレームタイプ 1バイト	ハウスコード 8バイト	レイヤ1 ペイロード 40バイト
----------------	---------------	-----------------	----------------	------------------------

MIDDLE FRAME (フレームタイプ: 00101110)

プリアンプル 8バイト	同期コード 2バイト	フレームタイプ 1バイト	ハウスコード 8バイト	レイヤ1 ペイロード 54バイト
----------------	---------------	-----------------	----------------	------------------------

LONG FRAME (フレームタイプ: 01001101)

プリアンブル 8バイト	同期コード 2バイト	フレームタイプ 1バイト	ハウスコード 8バイト	レイヤ1 ペイロード 96バイト
----------------	---------------	-----------------	----------------	------------------------

DOUBLE LONG FRAME (フレームタイプ: 01100011)

プリアンブル 8バイト	同期コード 2バイト	フレームタイプ 1バイト	ハウスコード 8バイト	レイヤ1 ペイロード 176バイト
----------------	---------------	-----------------	----------------	-------------------------

ANSWER FRAME (フレームタイプ: 10001011)

プリアンブル 8バイト	同期コード 2バイト	フレームタイプ 1バイト	ハウスコード 8バイト	レイヤ1 ペイロード 16バイト
----------------	---------------	-----------------	----------------	------------------------

(D) ハウスコード: 家庭識別用ID

1	2	3	4	5	6	7	8
メーカーコード			個別識別コード				

(1) メーカーコード

ハウスコードの上位3バイトをメーカーコードとする。

(2) 個別識別コード

ハウスコードの下位5バイトを個別識別コードとする

「メーカーコード」を保有している会社がメーカーコードごとに管理する。

シリアル番号のようにユニークな番号を割り当てる。

(3) P&P設定予約コード

ハウスコードP&P設定用に下記ハウスコードを全ノード共通のコードとして予約する。

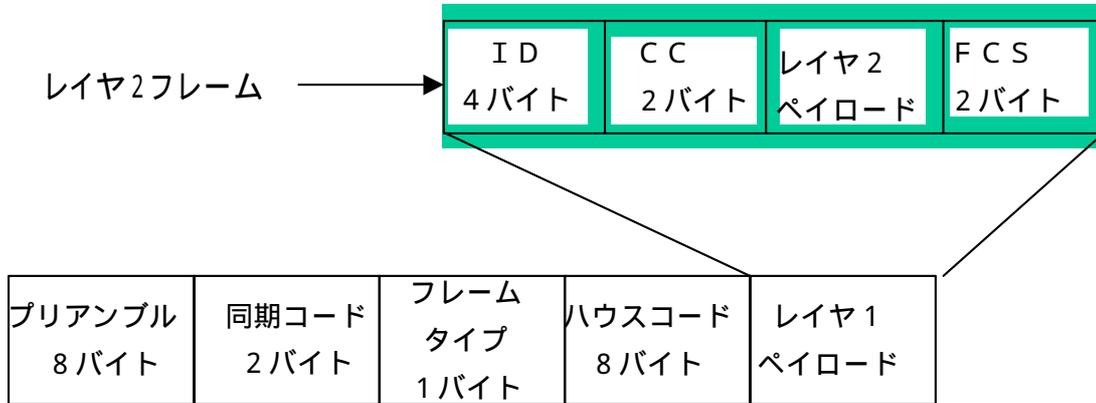
P&P設定時のアナウンスアドレス0の送受信用途以外の使用を禁止する。

予約コード: 0x0000000000000000

(E) レイヤ1ペイロード: データ内容は、2.4.2(1)レイヤ2フレーム構成を参照。

## 2.4.2 レイヤ2

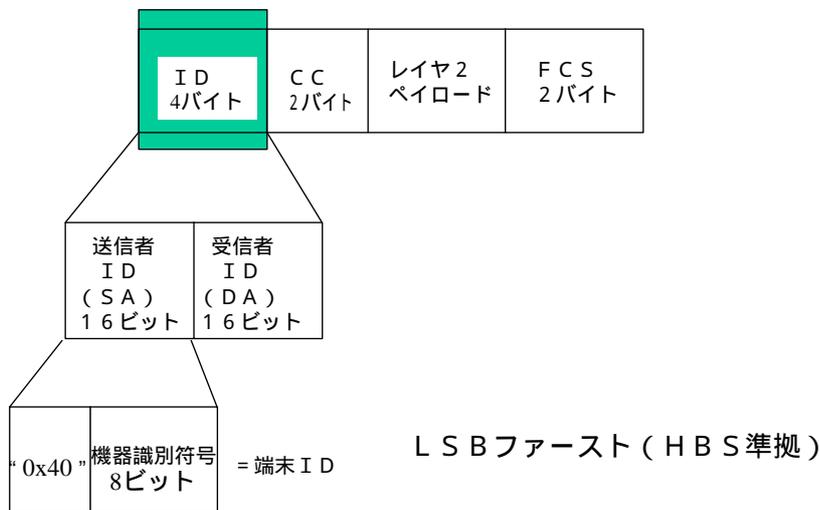
### (1) レイヤ2フレーム構成



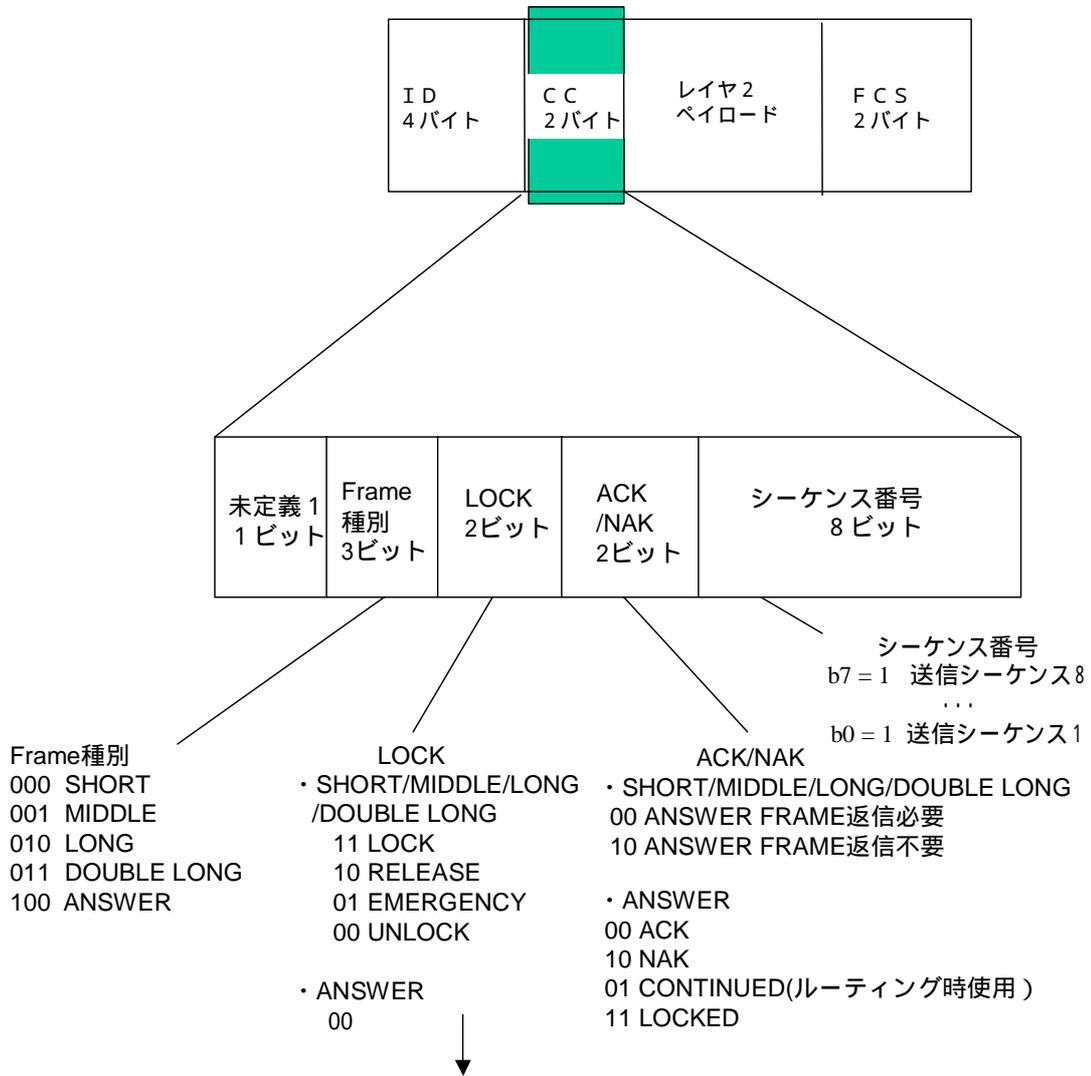
レイヤ2のフレーム構成は以下の通り。

#### (A) ID :

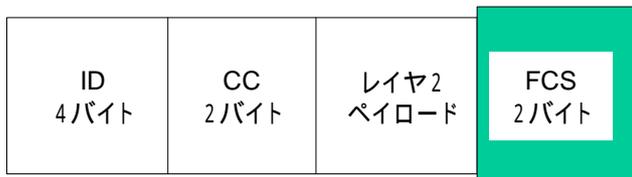
送信者と受信者の端末ID (物理アドレス) からなる。



( B ) C C : コントロールコード



- (C) レイヤ2ペイロード：  
データ内容は、2.4.3(1)レイヤ3フレーム構成を参照。
- (D) FCS：フレーム検査シーケンス  
フレームタイプ～レイヤ2ペイロードまでを演算



FCS 決定式

生成多項式  $G(x) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$  (CRC-CCITT 勧告)

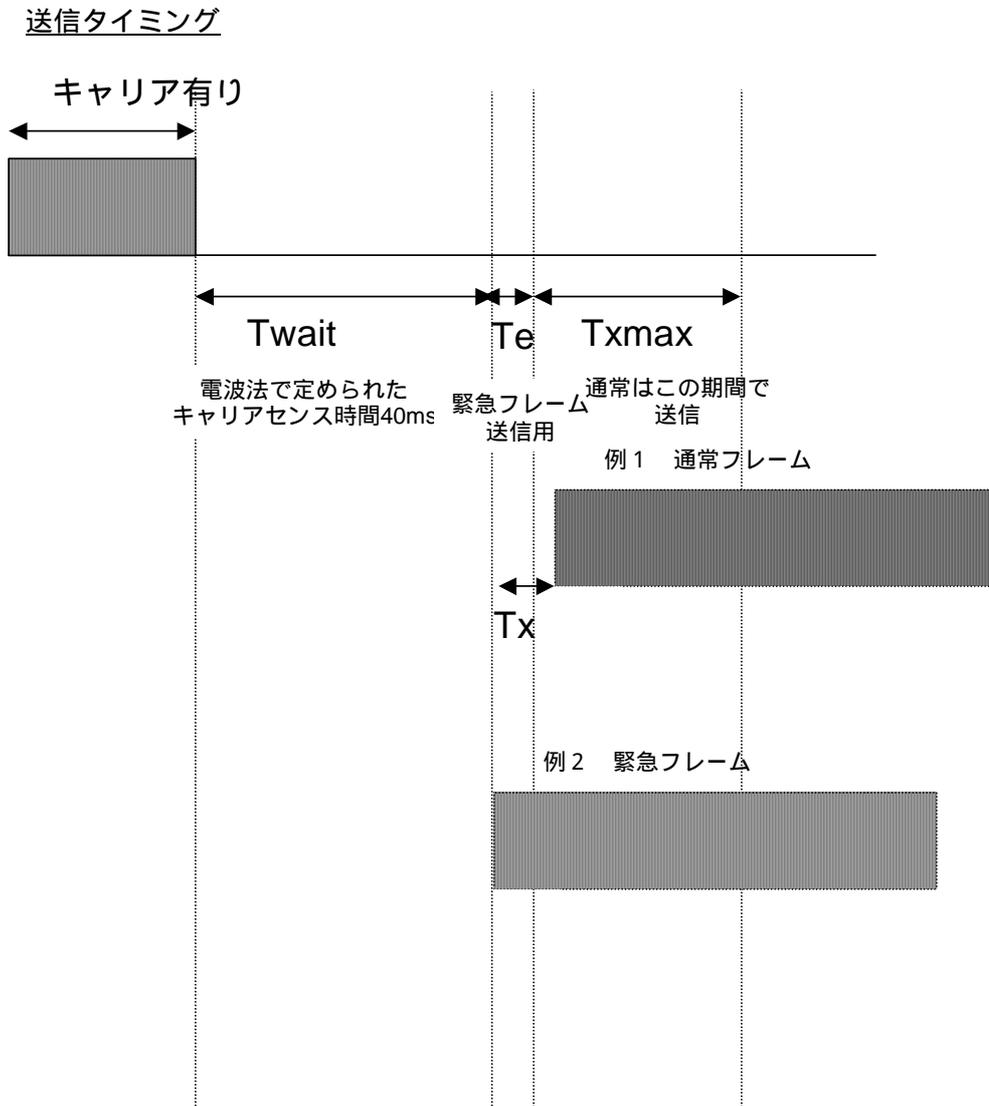
(2) レイヤ2アドレス体系

No.	対象	MACアドレス (HEX)	
1	プラグアンドプレイマネージャアドレス	40	00
2	個別アドレス	40	01 ~ EF
3	一斉同報アドレス	40	F0
4	For future reserved	40	F1 ~ FE
5	P&P 用リザーブ	40	FF

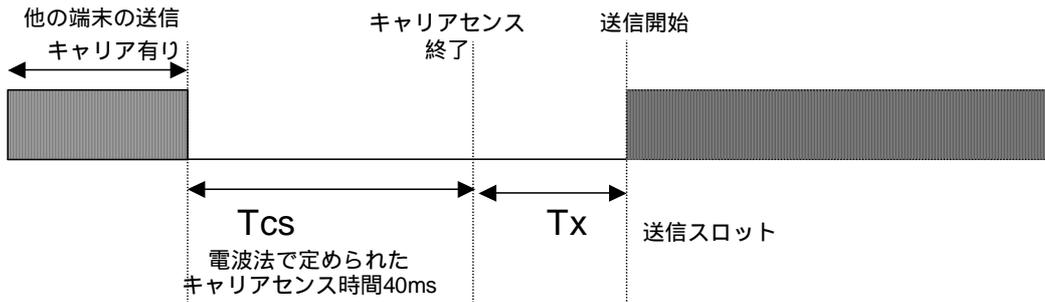
ここで、端末IDの上位8ビットは、当面0x40に固定(将来の拡張予定)、  
下位8ビットは、ECHONETアドレスを構成するNode IDとなる。

なお、本規格においては、For future reservedアドレスの使用は認めないが、将来の使用を考慮して、SA=For future reservedアドレスの電文は、受信できるようにすること。

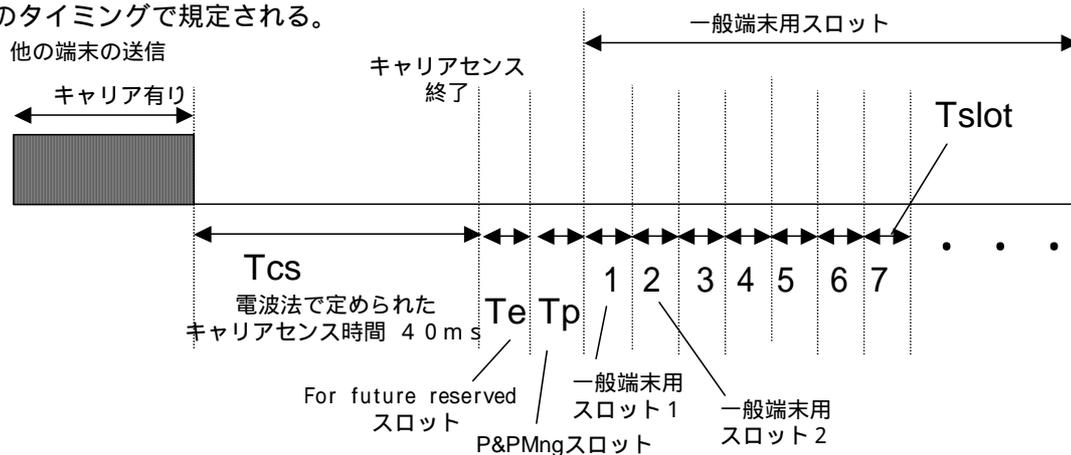
( 3 ) 送信タイミング



1. 電灯線上での送信タイミングは、電波法施行規則に従い  $T_{cs}=40ms$  のキャリアセンスを行う。キャリアセンス終了後Txのスロット待ち時間を待って該当送信スロットで送信するため、電灯線上でキャリアが無くなってから、 $T_{cs}+Tx$  ms後に送信を開始する。



2. 送信スロット  
 送信スロットは、 a) For future reservedスロット1個(本規格では、使用禁止)、  
 b) P&PMngスロット1個、 c) 一般端末用スロット100個あり、  
 下記のタイミングで規定される。



$$T_e = T_p = T_{slot} = 4msec$$

ここで、P&PMngは、P&P処理時に、P&PMngスロットを使用し、それ以外の通常の通信時は、一般端末用スロットを使用すること。

3. 一般端末は、自分の送信するスロットをマジックナンバーNmagicによって決定する。Nmagicは、端末固有情報と端末非依存情報から生成され、  
 a) 送信毎に異なる値を生成すること  
 b) 同じ種類の端末同士でも、異なる値を出力可能なこと。  
 が条件となる。
4. 万一、異なる端末が同じスロットを同時に使用しようとした場合には、衝突が発生する。各々の端末が衝突検出能力をもたない場合には、2種類の送信が行われる。受信側でエラーが発生した場合は、受信側のエラー処理手順に従う。

## 送信タイミング

電灯線上での送信タイミングは、図2.7のようになる。

送信側が、SHORT、MIDDLE、LONG、あるいはDOUBLE LONGのいずれかのフレームを送信すると、受信側はこれを受信し、受信フレームがレイヤ1およびレイヤ2の規格条件を満たしており、かつ受信者ID(DA)が受信側のMACアドレスと一致している場合には、タイムアウト時間 Tout1 以内に、ANSWER FRAME を電灯線上に送信し始めること。

なお、Tout1 は35msとする。

また、図2.8に示すように、受信側で上記条件を満たしていない場合には、ANSWER FRAME を返信しない。送信側は、フレーム送信完了後からタイムアウト時間 Tout2 経過しても ANSWER FRAME を受信しない場合に再送を行う。ここで、異なる端末からの送信電文が衝突による消失等で再送が発生する場合、再度衝突しないよう、再送は、一般端末用スロットを用い、再送毎にランダムなタイミングで行うこと。

なお、再送は最大2回まで行い、それでも返信がない場合には送信を中止する。なお、Tout2 は100msとする。

また、送信タイミングの例外として図2.9に示すように、一斉同報および仮アドレス端末への通信時には、受信側は受信フレームがレイヤ1およびレイヤ2の規格条件を満たしていても ANSWER FRAME を返信する必要はない。

.

### 送信タイミング

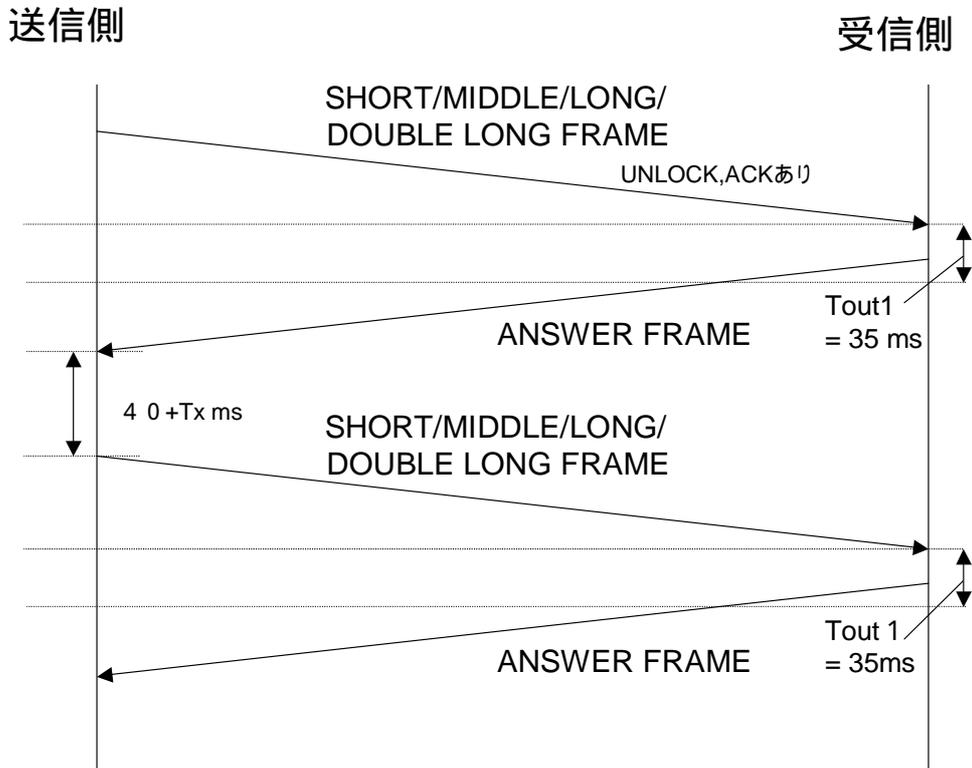
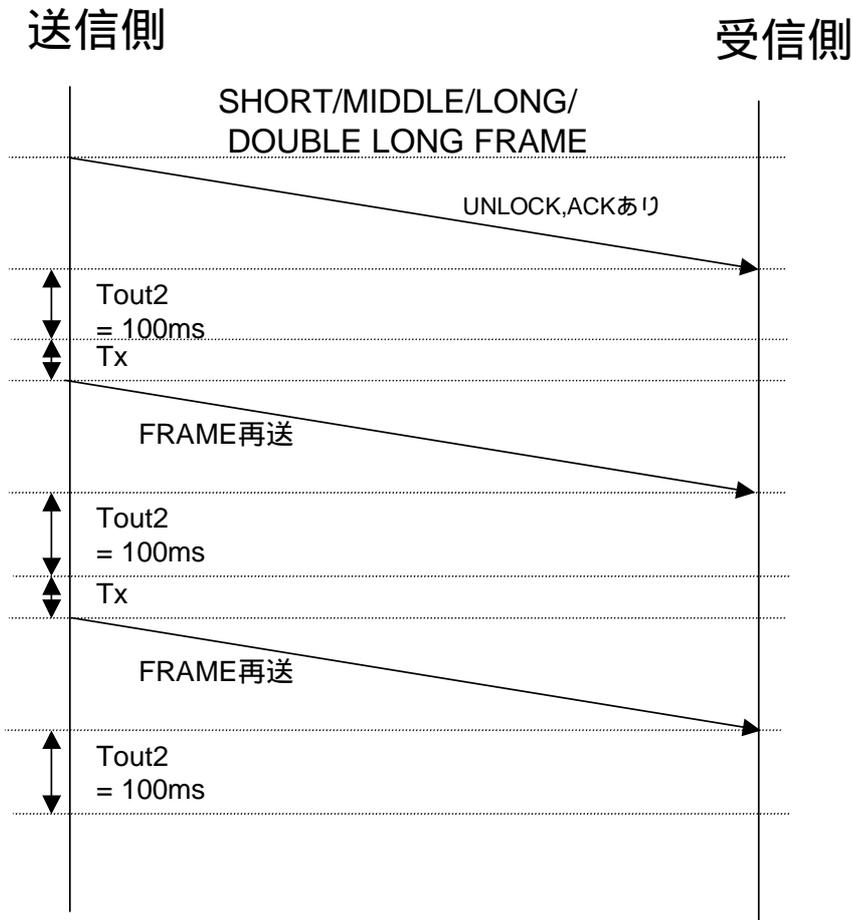


図2.7 送信タイミング

## 送信タイミング(再送)



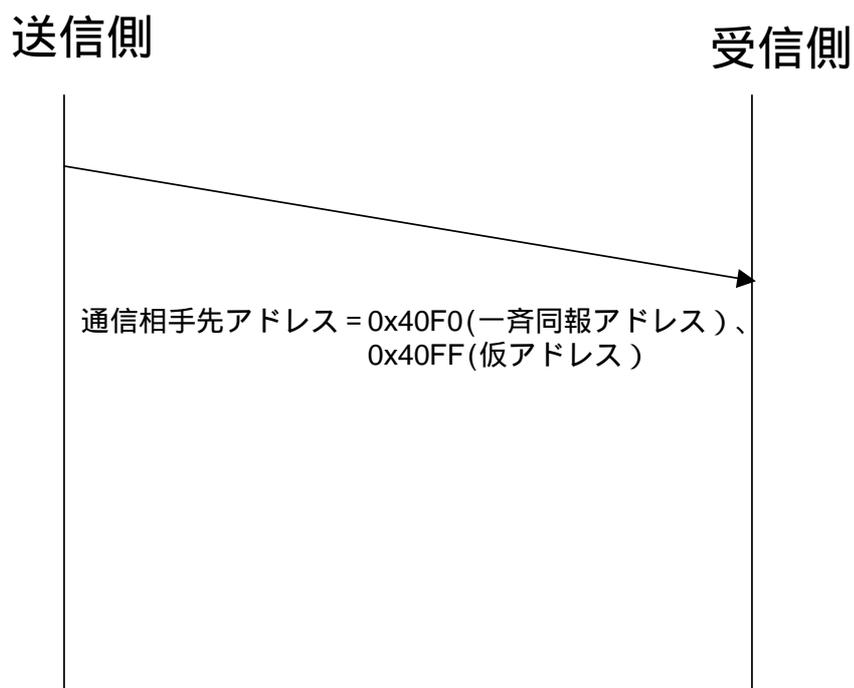
再送は、フレーム出力完了後からタイムアウト時間Tout 2 経過してもANSWER FRAMEを受信しない場合に行う。

なお、一般端末用スロットを用い、再送毎にランダムなタイミング(Tx)で行うこと。

また、2回再送しても応答がない場合はアプリケーションの判断に任せること。

図2.8 送信タイミング(再送)

### 送信タイミング(一斉同報及び仮アドレス端末への通信)



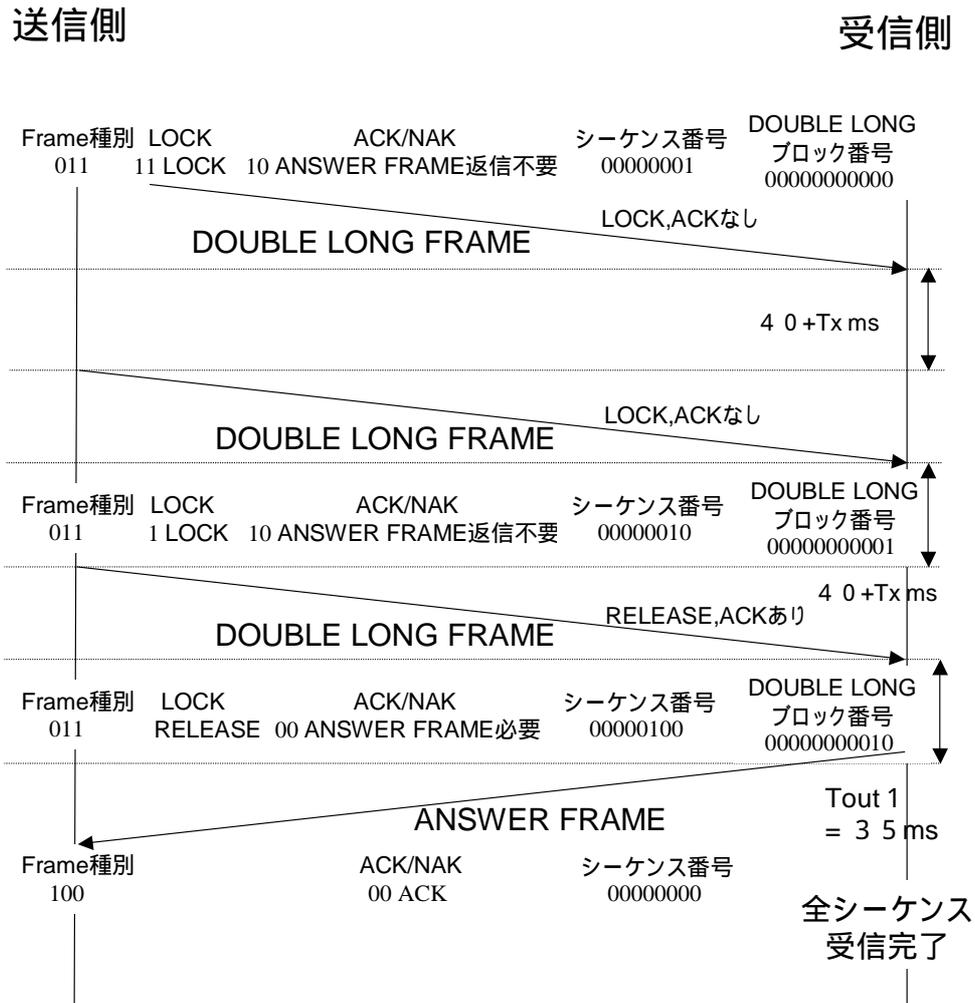
一斉同報アドレス及び仮アドレスへの送信に対しては、トラフィック量を考慮して、ACK/NAK応答はなしとする。

図2.9 送信タイミング(一斉同報及び仮アドレス端末への通信)

(4) 通信シーケンス

DOUBLE LONG FRAME による分割フレーム送信(ここでは、3フレームによる分割送信)の通信シーケンスを下図に示す。なお、分割フレームは、CCにおいて、LOCKを指定、ACKなしを指定すること。

通信シーケンス

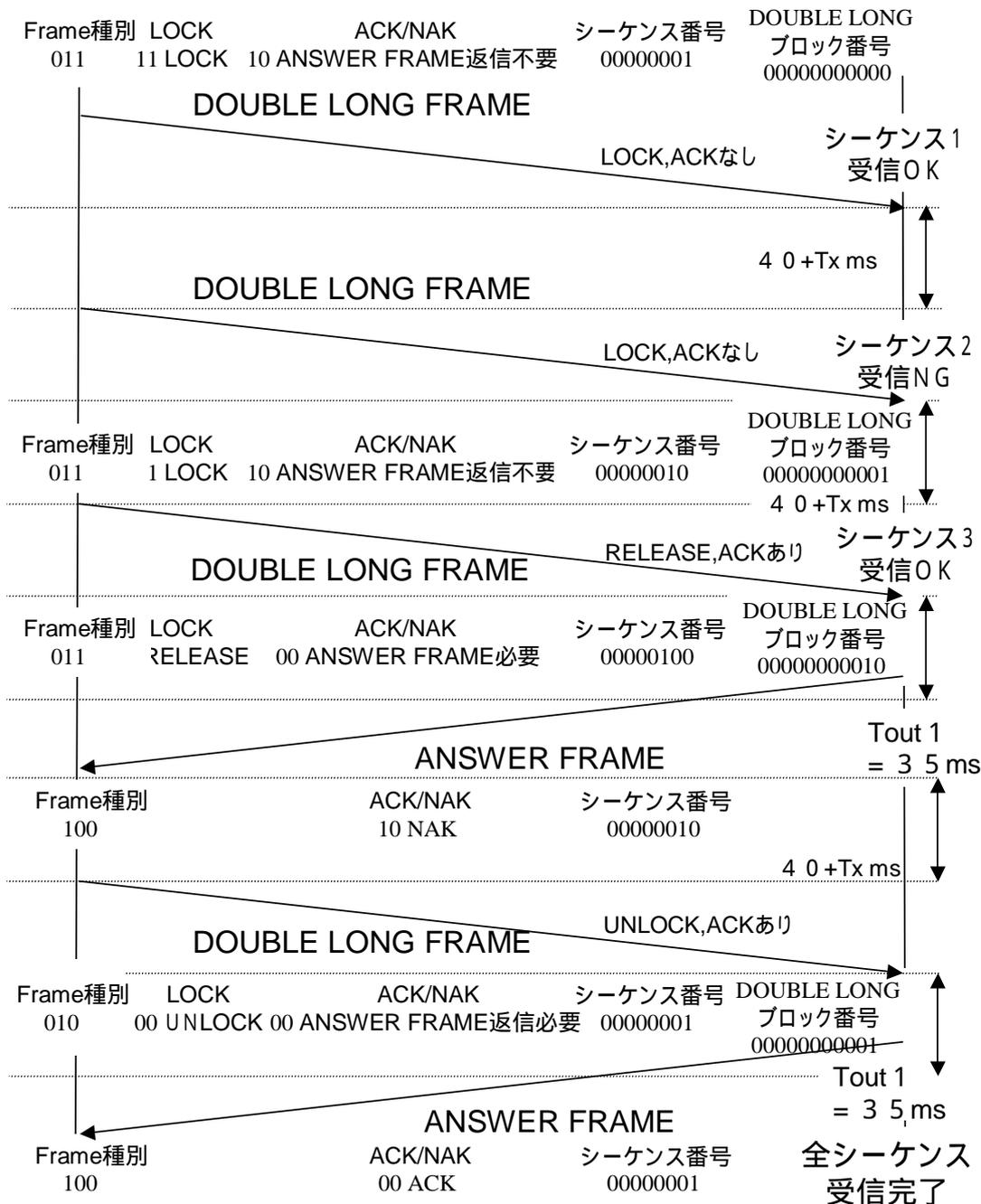


通信シーケンス (分割フレーム送信)

### 通信シーケンス (再送あり)

送信側

受信側



受信側は、受信NGの場合、該当するシーケンス番号をつけて、NAKを返す。

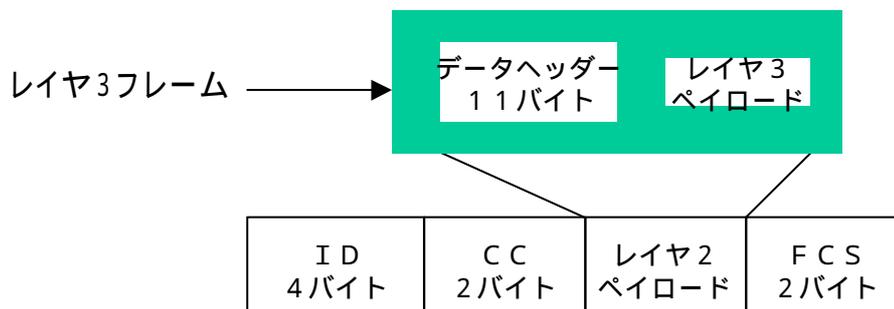
### 通信シーケンス (分割フレーム送信、再送あり)

### 2.4.3 レイヤ3

レイヤ3内のデータヘッダー（ルーティング設定コード、ブロック番号、有効バイトカウンタ(BC)、およびコマンド切替スイッチからなる）により、ルーティングの設定、一連のフレームの送受信におけるフレームの一意の識別、レイヤ3ペイロードの有効バイト数の指定、およびレイヤ3ペイロード内の ECHONET コマンドとその他のローカルコマンドの区別を行う。

#### (1) レイヤ3フレーム構成

レイヤ3のフレーム構成は以下の通り。

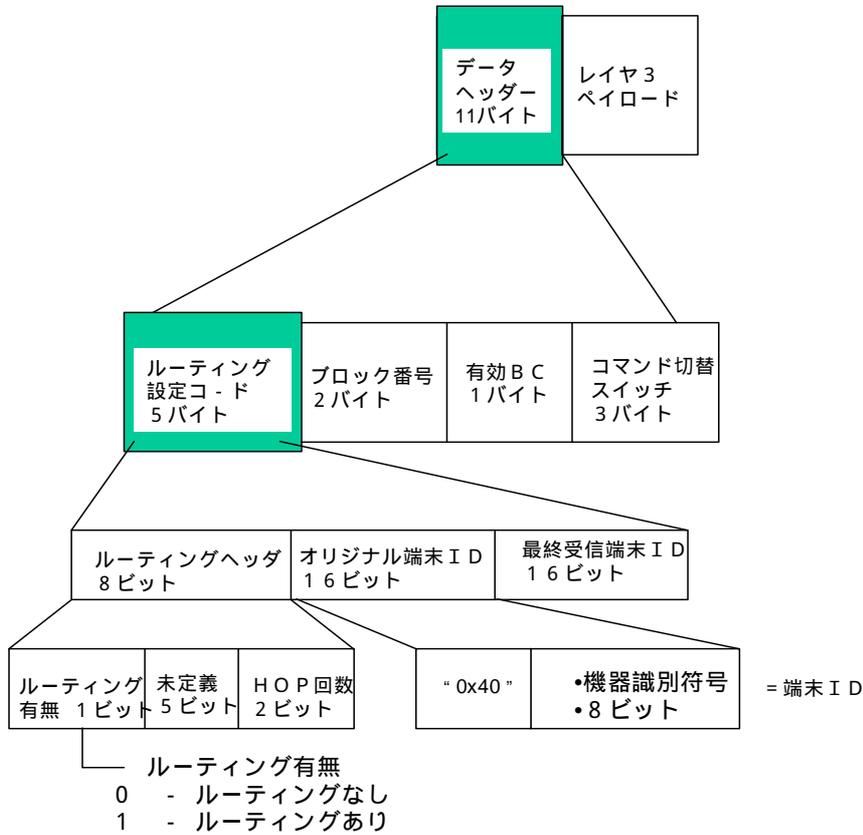


ここで、ANSWER FRAME の場合は、データヘッダーのみからなる。

#### (A) データヘッダー：

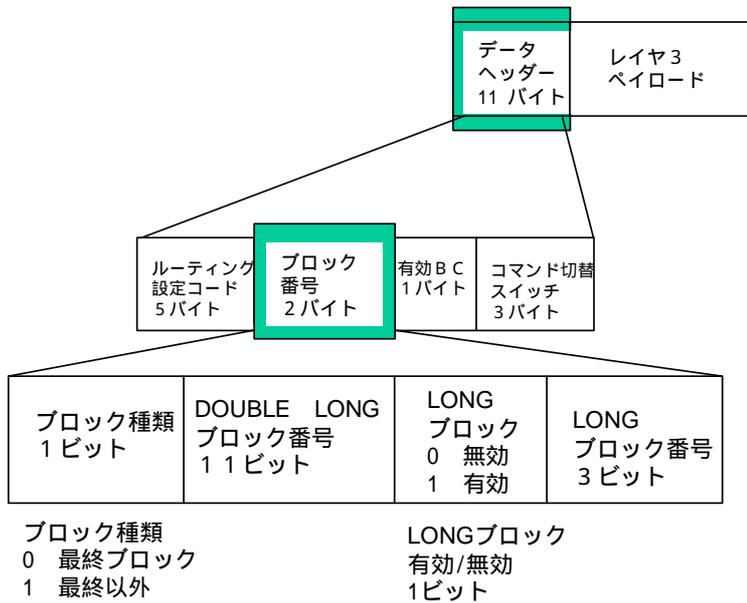
ルーティング設定コード、ブロック番号、有効バイトカウンタ(BC)、コマンド切替スイッチからなる。

・ ルーティング設定コード



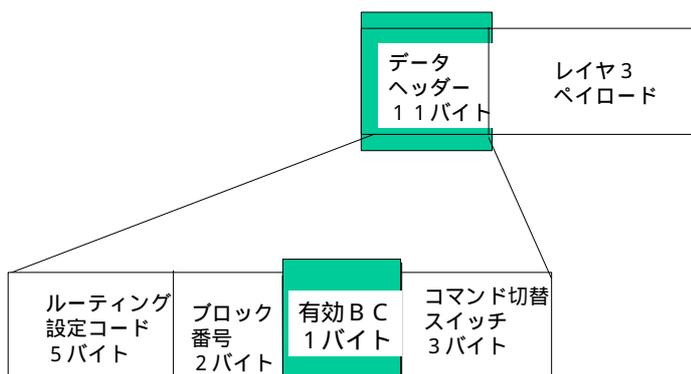
・ブロック番号

一連のフレームの送受信において、フレームを一意に識別するために用いる。



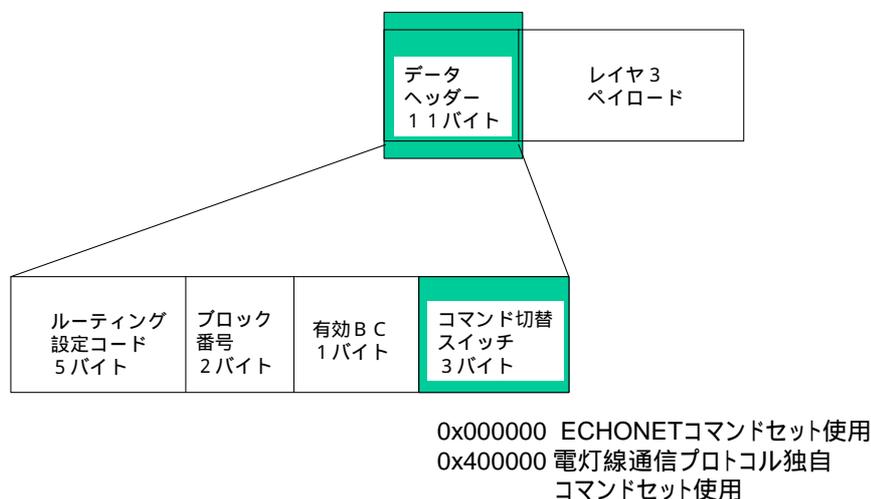
・有効バイトカウンタ

レイヤ3ペイロードの有効バイト数を示す。



・コマンド切替スイッチ

レイヤ3ペイロード内のECHONETコマンドとその他のローカルコマンドを区別する  
 (補足2.1 電灯線通信プロトコル独自コマンドセット 参照)



## 2.5 基本シーケンス

以下に関して記述する。

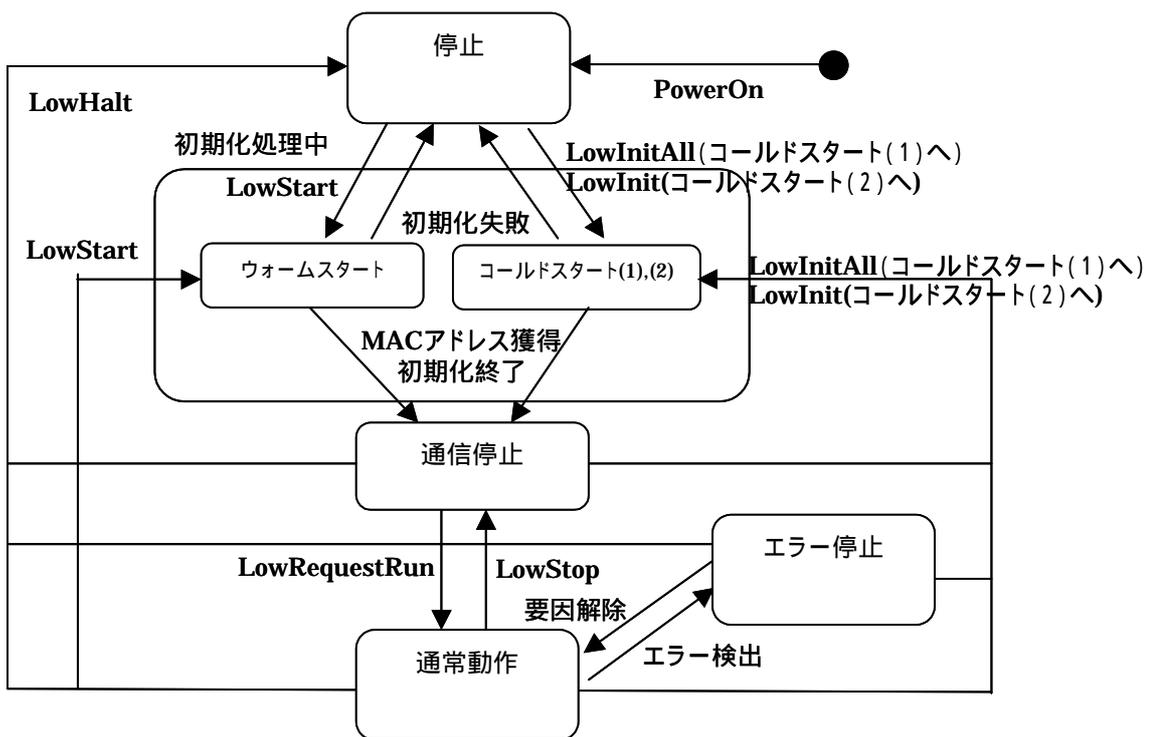
- ・状態遷移図
- ・状態遷移図上各ステートのシーケンスの説明

### 2.5.1 基本的な考え方

本節では個別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
- 初期化処理中状態
- 通信停止状態
- 通常動作状態
- エラー停止状態

なお、各状態の状態遷移図を下図に示す。



## 2.5.2 停止状態

停止状態とは、設置者の電源投入などによって移行する、下位通信ソフトウェア単独機能の P&P 設定を除き、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う。  
トランシーバの初期化は、PowerOn 直後にリセット処理を行う。
- (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  
初期化サービス (LowStart, LowInit, LowInitAll) により遷移する。

## 2.5.3 初期化処理中状態

初期化処理中状態とは、下位通信ソフトウェアの初期化を行っている状態であり、ウォームスタート、コールドスタート(1)(2)に大別される。

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  
個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行う。
- (2) LowStart (ウォームスタート)  
MAC アドレス、およびハウスコードを保持している場合は初期化終了し、通信停止状態に遷移する。  
保持していない場合は初期化失敗し、停止状態に遷移する。
- (3) LowInitAll (コールドスタート(1))  
ハウスコードおよび MAC アドレスを保持している場合は両方を破棄する。また、下記のハウスコードおよび MAC アドレスを新規に取得する動作を行い、MAC アドレスおよびハウスコードを取得出来た場合は初期化終了し、通信停止状態に遷移する。取得出来なかった場合は初期化失敗し、停止状態に遷移する。

ハウスコードを取得する。

電灯線通信プロトコルのドメインを識別するユニークなハウスコードを取得する。取得の方法は、設置者によってディップスイッチなどで手動方法にて設定されるか、電灯線ドメイン内で唯一のプラグアンドプレイマネージャ（以下 P&PMng）から、「2.6 ハウスコードおよび MAC アドレスの P&P 設定」で述べる下位通信ソフトウェアの Register\_ID 機能を利用して取得する。

サブネット内でユニークな MAC アドレスを取得する。

電灯線ドメイン内でユニークな MAC アドレスを取得する。取得の方法は、上記「ハウスコードを取得する」と同様に、設置者によってディップスイッチなどで手動方法にて設定されるか、電灯線ドメイン内で唯一のプラグアンドプレイマネージャ（以下 P&PMng）から、「2.6 ハウスコードおよび MAC アドレスの P&P 設定」で述べる下位通信ソフトウェアの Register\_ID 機能を利用して取得する。

#### (4) LowInit (コールドスタート (2))

ハウスコードおよび MAC アドレスを保持している場合は MAC アドレスのみを廃棄し、新規に MAC アドレスを取得する動作を行う。MAC アドレス取得の方法は、上記「(3) LowInitAll (コールドスタート (1))」サブネット内でユニークな MAC アドレスを取得する」と同様である。MAC アドレスを取得出来た場合は初期化終了し、通信停止状態に遷移する。取得出来なかった場合は初期化失敗し、停止状態に遷移する。ハウスコードおよび MAC アドレスを保持していない場合は初期化失敗し、停止状態に遷移する。

#### (5) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ウォームスタートでは、ステータスとして LOW\_STS\_RST を返す。コールドスタート (1) (2) では、ステータスとして、LOW\_STS\_INIT を返す。

#### (6) 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うためのトリガを示す。

##### (1) 通信停止状態への遷移トリガ

初期化完了により遷移する。

##### (2) 停止状態への遷移トリガ

初期化失敗、Power ON 時、または何らかの異常時に遷移する。

## 2.5.4 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。

また、以下に状態遷移を行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  
初期化サービス (LowStart, LowInit, LowInitAll) 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。

## 2.5.5 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) 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。

- (4) 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。
- (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。
- (6) 物理アドレス取得サービス (LowGetAddress)  
MACアドレスを返す。
- (7) 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。

また、以下に状態遷移を行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  
初期化サービス (LowStart, LowInit, LowInitAll) により遷移する。
- (2) エラー停止状態への遷移トリガ  
エラーの発生により遷移する。
- (3) 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。
- (4) 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。

## 2.5.6 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  
エラーの検出により遷移する。エラー処理を行う。
- (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。

また、以下に状態遷移を行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  
初期化サービス (LowStart, LowInit, LowInitAll) により遷移する。
- (2) 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。  
ハウスコード重複受信エラー要因の解除は、ハウスコードの手動による再設定によって行う。
- (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。

## 2.6 ハウスコードおよび MAC アドレスの P&P 設定

以下に、下位通信ソフトウェアの Register\_ID 機能によって、新規に電灯線ドメインに接続された ECHONET ノードに対して、プラグアンドプレイマネージャ (P&PMng) からハウスコードおよび MAC アドレスを付与する P&P 設定について示す。

なお、手動設定は、本規格では規定しない。ただし、以下の Register\_ID 機能のうち、一般ノード (P&PMng 機能を搭載しないノード、もしくは P&PMng 機能は無効であるノード) 側の処理機能は搭載必須とし、手動設定にてハウスコードと MAC アドレスはすでに設定されている場合にも、P&PMng による再設定は可能とする。ただし、同一ハウスコードの電灯線ドメインには、P&P 設定と手動設定によって、ハウスコードおよび MAC アドレスが設定された ECHONET ノードは混在しないようにすること。

### (A) マンマシン規定

#### ・ユーザ操作規格

設定モードに移行するための手段を搭載すること。

#### ・ユーザ操作補足

設定モードに移行するための具体例を以下に示す。

P&PMng : 設定モードスイッチなどを数秒連続押しなど。

一般ノード : MAC アドレス未設定時の電源の投入、リセットスイッチなど

#### ・表示規格

ノード種別表示、及び動作モード表示を設けること。

ただし、ノード種別表示については P&PMng 機能を有するノードのみ必須とする。

表示が LED の場合、LED 表示の色は規定しない。ただし、ユーザがノード種別表示と動作モード表示、および「第7部 ECHONET 通信装置仕様 第3章 ECHONET 機器アダプタ 3.3.2 表示部」で規定された LED 表示と、各々判別できる表示 (色、名盤などの手段) をおこなうこと。

各々 LED 表示状態の定義を下表に示す。

	点灯	消灯	点滅
ノード種別	P&PMng	一般ノード	
動作モード	設定モード	通常動作	設定異常

表示に LED 以外の方法を採用する場合には、上記表の内容をユーザが判読可能な方法で表示を行うこと。

### (B) 設定モード時のハウスコードと MAC アドレス

#### ・ハウスコード(HC)規定

### (C) 各端末の動作の記述参照。

#### ・MAC アドレス規定

P&PMng : 0 x 4 0 0 0 を使用する。

ただし、一般ノードは0 x 4 0 0 0 以外のアドレスのアナウンスアドレス0も受け付けること。

ここで、P&PMng は、自分のドメインに設置された際に、正しいハウスコードを設置者により手動あるいは工場出荷時にあらかじめ設定されている。

また、P&PMng はMACアドレスを供与可能なノードの最大数分、あらかじめ用意しているものとする。

一般ノード : MACアドレス未設定時の仮アドレスとして、P&P用リザーブの0 x 4 0 F F を使用する。

#### (D) 各端末の動作

##### (1) P&PMng の動作

- ・P&PMng はユーザ操作によって、設定モードに入るとアナウンスアドレス0をT<sub>0</sub>間隔で送信する。アナウンスアドレス0のハウスコードは、0 x 0 を使用する。
- ・T<sub>0</sub>はアナウンスアドレス0フレームでトラフィックを占有しないように700 msecを目安とする。動作モード表示は設定中とする。
- ・P&PMng が設定モードで動作する時間は5分間とし、所定時間経過後は設定モードから抜け、動作モード表示は通常動作とする。
- ・受信した Request\_ID フレームに対し、自己の管理するMACアドレステーブル(個別アドレス: 0 x 4 0 0 1 ~ 0 x 4 0 E F)から未使用のMACアドレスを割り当て、ID通知により付与する。

ここで、ID通知は、仮アドレス宛(0 x 4 0 F F)に、受信した Request\_ID フレームに含まれる、端末をユニークに識別する端末識別符号をつけて送信する。相手先アドレス(DA)が仮アドレスの場合、この端末識別符号により受信したフレームを取り込むか否かを判定する。

##### (2) 一般ノードの動作

- ・設定モードに入るとアナウンスアドレス0受信待ちの状態となる。動作モード表示は設定モードを表示する。
- ・設定モードは、所定時間経過後は通常の動作モードで動作する。この場合動作モード表示は設定異常とする。なお、この所定時間は規定しないが、隣家のP&PMngによる誤設定を防ぐため、3分間以内が望ましい。
- ・10T<sub>0</sub>以上の間、アナウンスアドレス0を受信する(オーバーヒアと呼ぶ)。その結果、同一ハウスコードのP&PMngからのアナウンスアドレス0を連続10回受信した場合は、アナウンスアドレス0フレームに含まれるハウスコードを正式ハウスコードとして取得する。そして、この正式ハウスコードを使って、端末識別符号を含む Request\_ID を送信し、P&PMngにMACアドレスの付与を要求する。
- ・ID通知の受信により正式MACアドレスを取得し、すでに取得済みの正式ハウスコード並びに正式MACアドレスを自己のコードとして確定し、通常モードに移行する。動作モード表示は通常動作とする。なお、ハウスコードおよびMACアドレスのP&P設定通信シーケンス完了後、正式ハウスコード並びに正式MACアドレスを、不揮発メモリに保

持すること。

- ・ 0x4001 ~ 0x40EF 以外の MAC アドレスが ID 通知された場合、そのアドレスは受け取らないこと。
- ・ Request\_ID 送信後、ID 通知が受信できない場合は Request\_ID の再送を行う。
- ・ ID 通知受信前に複数の P&PMng からアナウンスアドレス 0 を受信した場合には、それまでに取得していたハウスコードは破棄し、動作モード表示は設定異常の表示を行う。

#### (E) 端末識別符号

端末識別符号として、端末属性(ノードのメーカー名、端末種類、「2.4.2 レイヤ 2(3)送信タイミング」のマジックナンバー Nmagic など)を使用する。

なお、端末属性の種類は規定しないが、できるだけ端末間でユニーク性が確保できる 8 バイトの値であること。

(F) 通信シーケンス

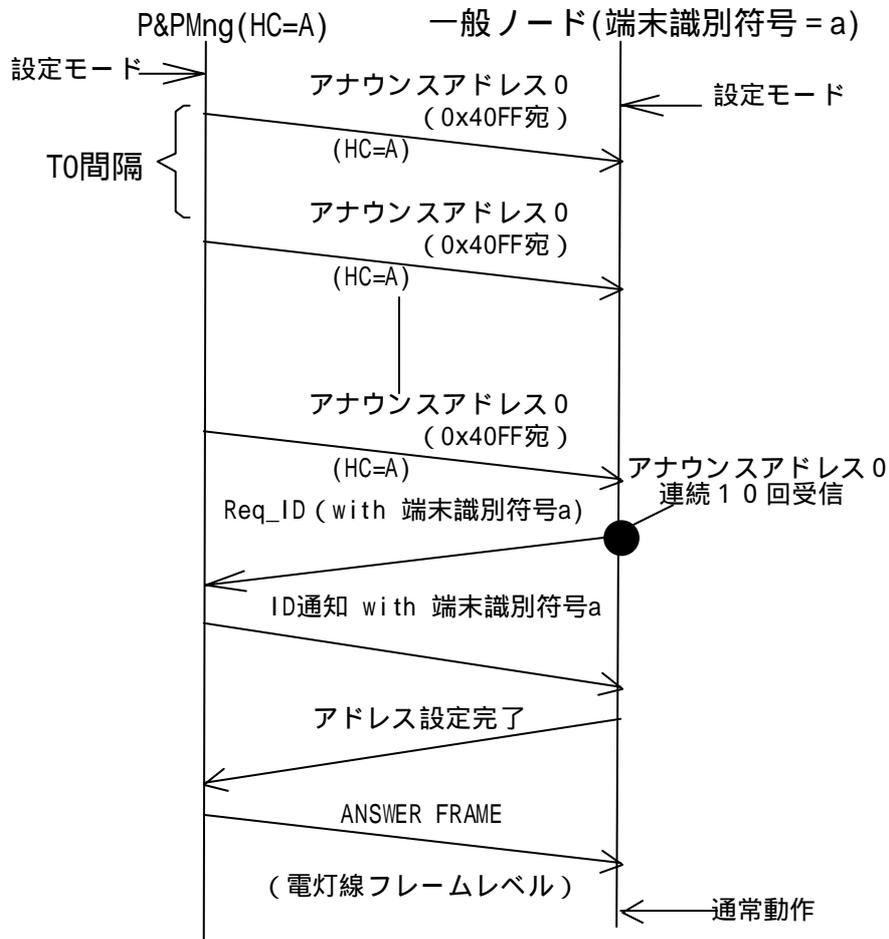


図2.10 Register\_IDの基本通信シーケンス(1)

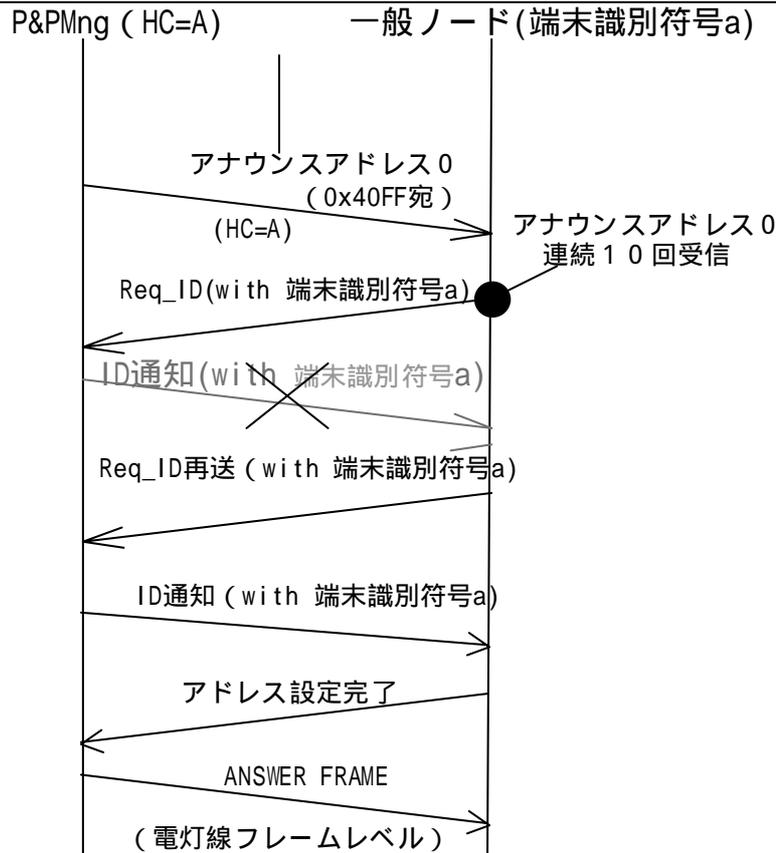


図2.11 Req\_ID、ID通知等の再送シーケンス

P&PMngは前記のアナウンスアドレス0を行うと、オーバーヒアの結果、ECHONET ノードAは、アナウンスアドレス0によって受け取った正式ハウスコードを使って、端末識別符号を付加した正式アドレス要求 Req\_ID を P&PMng に対して行う。P&PMng は、端末識別符号の ECHONET ノードAに対して正式アドレス 0 x 4 0 0 1 を付与するが、この段階では ECHONET ノードAのMACアドレスは仮アドレスのままであり、正式アドレス付与コマンドの宛先アドレスは仮アドレスにせざるをえないため、これに端末識別符号を付加する。これにより、この段階で仮アドレスである他の ECHONET ノードが誤ってこれを受信することを防ぐ。

ここで、MACアドレスが仮アドレスである ECHONET ノードは、正式アドレス要求を送信し、かつ正式アドレス付与コマンドに付加された端末識別符号が自己の端末識別符号と一致した場合にのみ、これを受信し自らのMACアドレスとする。

MACアドレスを正式アドレスに変更した ECHONET ノードは、正式ハウスコードおよび正式アドレスを使って、P&PMng に対してアドレス設定完了通知を行う。そして、P&PMng からのアドレス設定完了通知に対する ANSWER FRAME を受信すると、正式ハウスコードおよび正式アドレスを不揮発メモリに保持して正常終了する。

以後同様に各 ECHONET ノードに対して、P&PMng は、正式アドレスと各 ECHONET ノードの固有情報である端末識別符号となる端末属性とを参照することにより、正式アドレス

を配布していく。

なお、端末属性の種類は規定しないが、できるだけ端末間でユニーク性が確保できる、ノードのメーカー名、端末種類、マジックナンバーなどの8バイトの値であること。

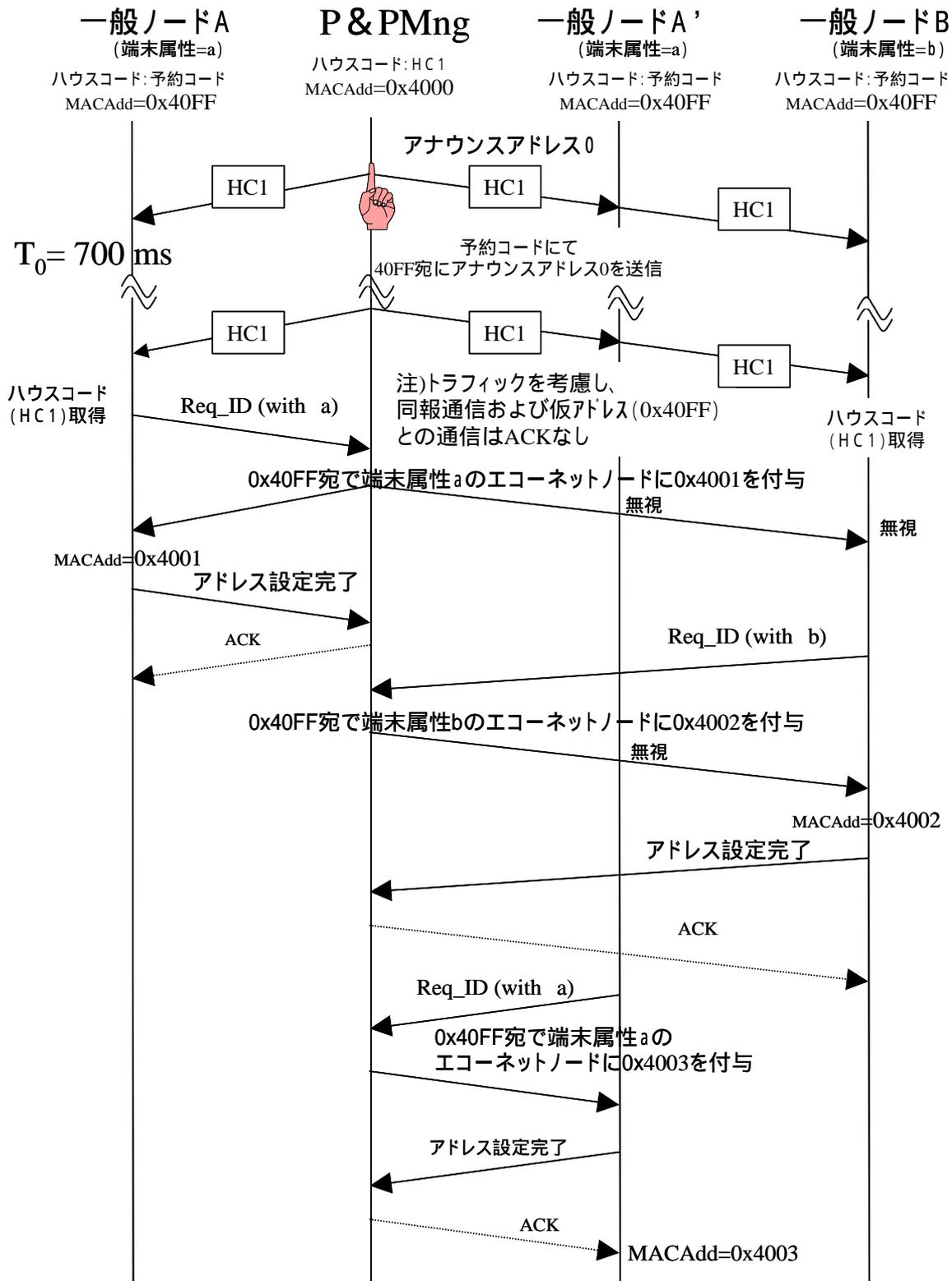


図2.12 Register\_IDの基本通信シーケンス(2)

( F ) P&P 設定に用いる電灯線通信プロトコル独自コマンドセット

P&PMng のハウスコードおよびMACアドレス付与処理 ( Register\_ID ) は、以下の独自コマンドセットによって実行される。なお、コマンド切替スイッチによってECHONET コマンドと区別される、電灯線通信プロトコル独自のローカルコマンドにて、Register\_ID は実行される ( 補足 2.1 電灯線通信プロトコル独自コマンドセット 参照 )

処理シーケンスは、図 2 . 1 0 の Register\_ID の処理手順参照。

ここで、一般ノードは、ID 通知、アドレス設定完了を正しく受信すれば、ANSEWER FRAME によって、P&PMng にACK を返すこと。

なお、以下のSTATE/DATA の括弧内の数字は、バイト長を示す。

また、下記のコマンドの内P&PMng が送信する 及び は最優先スロットで送信される。

ここでは、端末識別符号として8バイトのマジックナンバーを端末属性として使用する場合のコマンドを示す。なお、端末属性は、できるだけユニーク性が確保できる8バイトの値が望ましいが、本規格においては、特に種類は規定しない。

図 2 . 1 2 に示すように、P&PMng は最優先スロット ( 2 . 4 . 2 ( 3 ) 送信タイミング 2 : 送信スロット参照 ) を用いるため、ECHONET ノードAがP&PMng に Request\_ID が出されると、P&PMng はECHONET ノードA ' の Request\_ID よりも優先させて、

ID通知フレームの送信を行うことができるため、同じ端末属性 ( 例えば、マジックナンバー ) の複数の端末が同じ正式アドレスになる混乱はおきない。

アナウンスアドレス 0

ATTRIBUTE		METHOD			STATE/DATA
TS	Property_name	methodtype	action	subtype	DATA
P&P	Housecode	INDICATE	do	normal	Housecode ( 8 )
0 x 2 0	0 x 8 1	0 x 0 4	0 x 0 0	0 x 0 0	0x0123456789ABCDEF

Request\_ID

ATTRIBUTE		METHOD			STATE/DATA
TS	Property_name	methodtype	action	subtype	DATA
P&P	MacAddress	INQUIRE	do with housecode	normal	magic_number(8)
0 x 2 0	0 x 0 1	0 x 0 2	0 x 0 1	0 x 0 0	0x0123

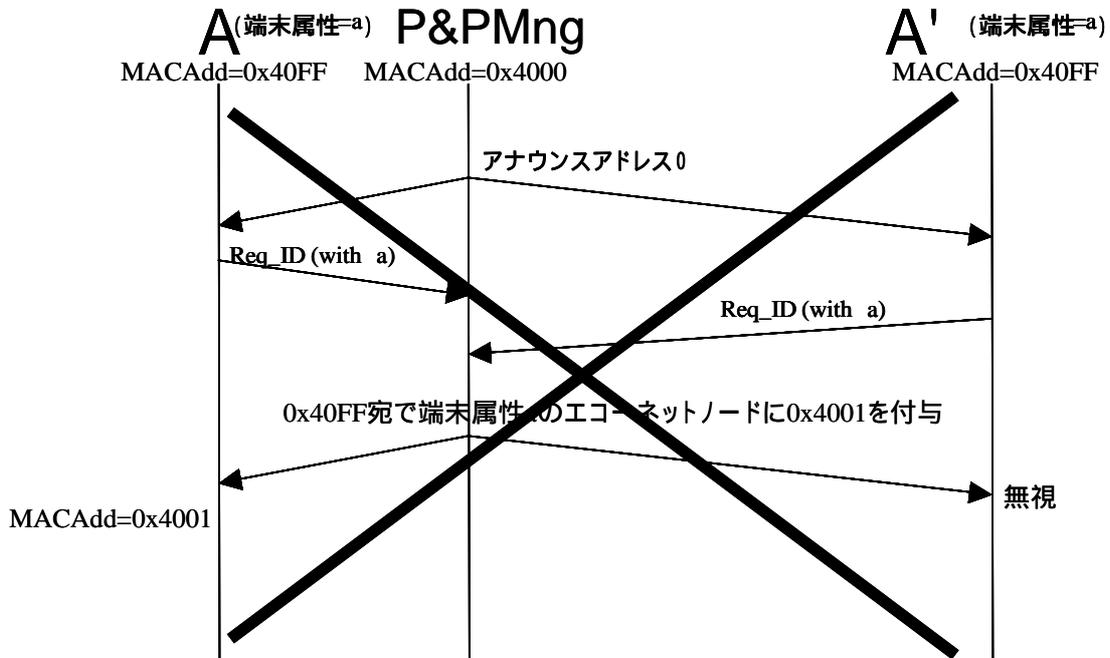
ID 通知

ATTRIBUTE		METHOD			STATE/DATA
TS	property_name	methodtype	action	subtype	DATA
P&P	MacAddress	WRITE	do with housecode	normal	magic_number(8) 、 MacAddress(2)
0 x 2 0	0 x 0 1	0 x 0 1	0 x 0 1	0 x 0 0	'0x0123,0x4010

アドレス設定完了

ATTRIBUTE		METHOD			STATE/DATA
-----------	--	--------	--	--	------------

TS	property_name	methodtype	action	subtype	DATA
P&P	MacAddress	RESPONSE	done	normal	MacAddress(2)
0x20	0x01	0x05	0x10	0x00	0x4010



送信時はP&PMng優先のスロットにより  
 このような順番で送信することはないので  
 同じ端末属性のものに同じアドレスが振られることはない。  
 さらに必要に応じ、拡張アナウンスアドレス0により、端末確認を行う。

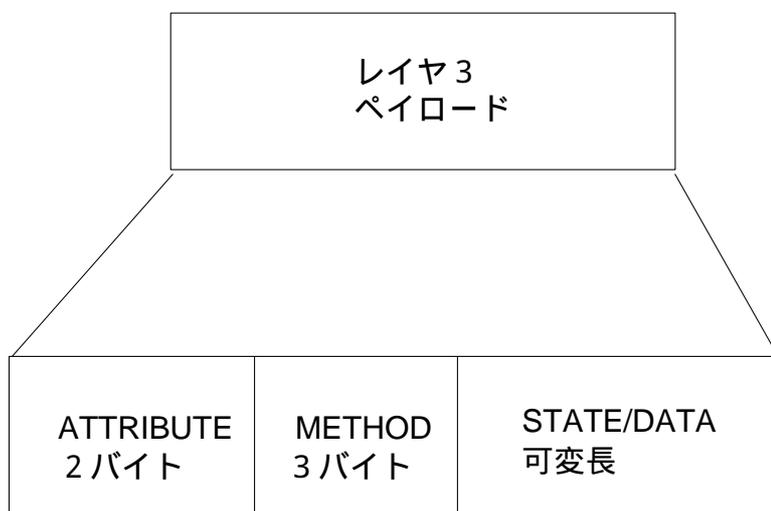
図2.13 Register\_IDの基本通信シーケンス(実際には発生しない例)

## 補足2.1 電灯線通信プロトコル独自コマンドセット

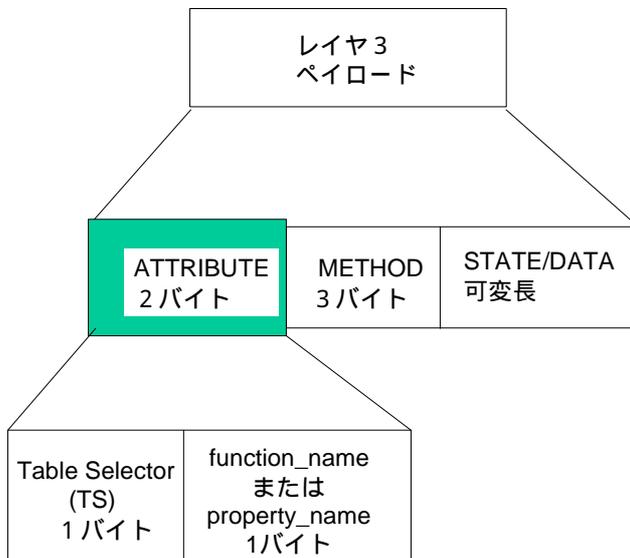
以下に、レイヤ3ペイロードに含まれる、ECHONET コマンド以外のローカルコマンドである、電灯線通信プロトコル独自コマンドセットの体系を参考までに示す。

このコマンドセットは、ATTRIBUTE(2バイト)、METHOD(3バイト)、STATE/DATA(可変長)からなり、ATTRIBUTEにより制御の対象が決まり、METHODによりATTRIBUTEに対する処理が決まる。

なお、「2.5 基本シーケンス 2.5.3 初期化処理中状態」における、プラグアンドプレイマネージャのMACアドレス付与処理 Register\_ID は、この独自コマンドセットによって、実行される。



ATTRIBUTE は、さらに以下のそれぞれ1バイトの Table Selector(TS)、function\_name または property\_name からなる。

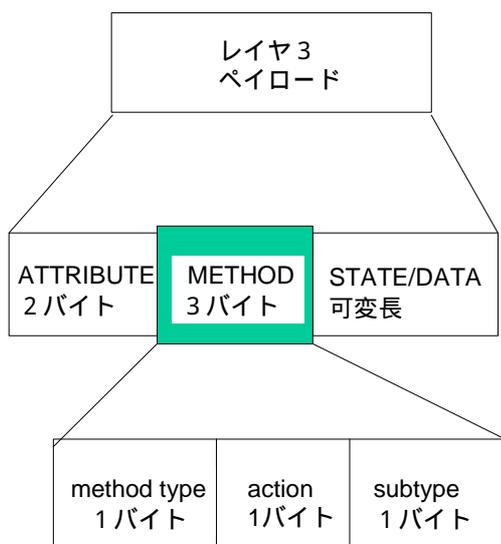


参考までに Table Selector 一覧および Table Selector = P&P の property\_name を示す。

種別	Table Selector	Table Selector値
プラグアンドプレイ系	P&P	0x20

property_name	value
serial_number	0x00
MacAddress	0x01
magic_number	0x02
seed	0x03
maker	0x10
model	0x11
type	0x12
type_id	0x13
P&P	0x20

METHOD は、さらに以下の各1バイトの method type、action、subtype からなる。



参考までにコマンド一覧を示す。

method type	内容	備考	Value
READ	読み出し		0x00
WRITE	書き込み		0x01
INQUIRE	要求		0x02
RESET	要求取り消し		0x03
INDICATE	提示		0x04
RESPONSE	応答		0x05
MAKE	項目追加	オプション	0x06
REMOVE	項目削除	オプション	0x07
OPEN	コネクション開始	オプション	0x10
CLOSE	コネクション終了	オプション	0x11

action	内容	備考	Value
do	実行要求	送信時使用	0x00
do with housecode	実行要求	送信時使用	0x01
do with certification method	実行要求	送信時使用	0x02
done	実行完了	応答時使用	0x10
cannot	実行不能	応答時使用	0x20
busy	現時点実行不能	応答時使用	0x21
classified	実行不能 (資格不十分)	応答時使用	0x22

subtype	内容	備考	Value
normal	通常		0x00
with certification	認証あり		0x01
with encryption	認証、暗号化あり		0x02

## 補足 2.2 P&PMng の決定(Set\_P&PMng)

隣家からの P&PMng の宣言の漏洩によって、隣家の P&PMng がなりすましてしまう可能性があるため、一番最後に P&PMng の宣言をした P&PMng が最終的な P&PMng となる勝ち残り方式は取りやめることとする。

なお、設置者の意志にて、P&PMng の移行は実施することとする。

## 補足 2.3 拡張アナウンスアドレス 0

サブネット内でユニークな MAC アドレスが適切に ECHONET ノードに供与されていることを保証するための処理である。

P&PMng は、自分が供与した MAC アドレスを保持した ECHONET ノードが電灯線上で正しく存在するかどうかを定期的を確認する。電灯線上での遠近問題や雑音、歪み問題などで、実際に存在していても通信可能かどうかを確認するためや、実際に ECHONET ノードが取り外され存在しない場合もあるためである。この動作を拡張アナウンスアドレス 0 と呼ぶ。ECHONET ノードの確認方法は規定しないが、該当機器宛に適切なコマンドを送信し、返信がくることを確認する。

拡張アナウンスアドレス 0 の結果、存在しないことが確実な機器の MAC アドレスを、P&PMng の登録済みアドレスリストから削除し、未登録アドレスリストに戻してもよい。

こうすれば、P&PMng の供与可能な MAC アドレスの数が増える効果がある。なお、MAC アドレス削除方法は、規格では規定しない。

## 第3章 小電力無線通信プロトコル仕様

### 3.1 方式概要

法律やA R I B標準規格に適合する中で400MHz帯電波を利用した小電力無線通信を考える。

小電力無線通信の電波は数m～数十mの範囲に届くため、複数の無線システム間、無線機器間で混信が考えられる。本仕様では混信対策として次の3つを考える。

#### (1) 複数の無線システム間での混信

- ・無線システム毎に異なるチャネルを用いる。
- ・無線システム毎に異なる識別符号(無線システム識別符号)により通信相手の無線システムを識別する。

#### (2) 同じ無線システム内の複数の機器間での混信

- ・1つの無線システムで複数のチャネルを用いる。
- ・機器毎に異なる識別符号(機器識別符号)により通信相手の機器を識別する。

#### (3) ECHONET無線以外との混信

- ・フレーム同期信号により、ECHONET規格の無線信号とそれ以外の無線信号との早期識別が可能。

### 3.1.1 通信モデル

#### (1) 形態

1:1通信、1:NまたはN:M通信で、単向、単信または同報通信

#### (2) 端末数

1無線システムで数十台程度

#### (3) 通信量

1回の伝送データ量 数十バイト程度

## (4) 伝送速度

数 k bps 程度

## (5) 送信時間

1回の送信時間 数秒～数十秒程度

## (6) 混信を想定する無線システム数

百システム程度

### 3.1.2 A R I B 標準規格

A R I B 標準規格には用途別に幾つかの規格がある。小電力無線通信プロトコルではテレメータ・テレコントロール用途の A R I B S T D - T 6 7 (以下、S T D - T 6 7) と、セキュリティ用途の A R I B S T D - 3 0 (以下、S T D - 3 0) とを考慮する。

### 3.2 機械・物理特性

本規格は、STD-T67、ならびにSTD-30を適用する。

### 3.3 電気特性

本規格は、STD-T67、ならびにSTD-30を適用する。

#### 3.3.1 伝送方式および伝送信号

##### (1) 電波型式

F1D (副搬送波を使用しない周波数変調で、データ伝送・遠隔測定又は遠隔指令の伝送情報)

##### (2) 通信方式

単向方式、単信方式、または同報通信方式 (同一無線システム内に限る)

##### (3) 空中線電力

10mW以下

##### (4) 変調方式

直接変調による2値FSK (Frequency Shift Keying) 変調方式

##### (5) 変調速度

2400bps (必須) または4800bps (オプション)  
±100ppm

##### (6) 変調度

2.1kHz ± 0.4kHz (周波数の高い側へ偏位を与えるものを「0」とし、低い側へ偏位を与えるものを「1」とする。)

##### (7) 符号形式

NRZ (Non return-to-zero) 符号

#### 3.3.2 周波数

##### (1) 使用周波数

次の2つの周波数帯のうち少なくとも1つを使用する。

- ・ 429MHz帯 : 429.1750 ~ 429.7375MHz の46チャンネル (12.5kHz間)

隔)

- ・ 426MHz帯 : 426.2500 ~ 426.8375MHz の48チャンネル (12.5kHz 間隔)

#### (2) 通信チャンネル

- ・ 複数の無線通信システムが多数の通信を行った場合でも通信がスムーズにできるよう、使用周波数のチャンネルを複数の通信チャンネルグループに分け、無線システム毎に異なる通信チャンネルグループを割り当てる。
- ・ 同じ無線システム内の複数機器が多数の通信を行った場合でも通信がスムーズにできるよう、1つの無線システムで使用するチャンネル数は、無線システムの通信頻度に応じて3チャンネル(必須)または5チャンネル(オプション)とする。

#### (A) 429MHz帯

STD-T67には46のチャンネルがある。STD-T67ではこれを次の2つに分けている。

- ・ 1~6ch : 送信時間制限(40秒以内)と送信休止時間(2秒以上)とを定めた間欠通信帯
- ・ 7~46ch : 時間制限のない連続通信帯

本プロトコルでは連続通信帯も間欠通信帯と同様に扱い、送信時間制限と送信休止時間を設けて使用する。したがって本規格では1~46chを1回の送信時間40秒以内、送信間隔2秒以上で使用する。

1無線システムで使用するチャンネル数を通信頻度に応じて切り換え、無線システム内の通信頻度が少ないときは3チャンネル(基本チャンネル)を用いる。通信頻度が多いときは5チャンネル(基本チャンネル+追加チャンネル)を用いる。

無線システム毎に異なる通信チャンネルグループA~Fとシステム設定用の通信チャンネルを次のように割り当てる。また、通信チャンネルグループA~Fとは別にシステム設定用チャンネルを用意して、無線システムの設定はこのチャンネルで行う。

通信チャンネルグループ	基本チャンネル		追加チャンネル
	(STD-T67間欠通信帯)	(STD-T67連続通信帯)	
Aグループ	1 c h	8 , 2 0 c h	3 5 , 4 4 c h
Bグループ	2 c h	1 4 , 2 9 c h	3 8 , 4 1 c h
Cグループ	3 c h	1 0 , 2 2 c h	3 4 , 3 7 c h
Dグループ	4 c h	1 6 , 3 1 c h	4 0 , 4 3 c h
Eグループ	5 c h	1 2 , 2 4 c h	3 6 , 3 9 c h
Fグループ	6 c h	1 8 , 3 3 c h	4 2 , 4 5 c h
システム設定用	6 c h	2 6 , 4 6 c h	-

上記の通信チャンネルグループの割り当ては以下のことに配慮している。

(1) 3チャンネル(基本チャンネル)には、その通信チャンネルグループで単独使用する間欠通信帯のチャンネルを必ず1つ含める。通信チャンネルグループは全6グループとなる。

・例) Aグループの1 c hは他のグループでは使用しない

(2) 他の通信チャンネルグループと同じチャンネルを共有しない。

・例) Aグループの8、20、35、44 c hは他のグループでは使用しない。

(3) 3チャンネル(基本チャンネル)で使うときの連続通信帯は、ひとつの通信チャンネルグループ内で近接しない。また、他の通信チャンネルグループと隣接しない。

・例) Aグループの8、20、35、44 c hに隣接する7、9、19、21、34、36、43、45 c hは3チャンネルでは使わない。

(4) 5チャンネル(基本+追加チャンネル)で使うときの連続通信帯は、隣接するチャンネルが特定の通信チャンネルグループに集中することがない。

・例) Aグループで、35 c hに隣接するのはC・Eグループ、44 c hはD・Fグループ。

(5) システム設定用チャンネルは同じ周波数を使用する「ECHONETのLonTalk®プロトコル(小電力無線)」のグループ登録用チャンネルと共有する。

通信頻度の目安は、1回の通信時間を1.5秒、混信を想定する無線システムを200システム、送信待ちの確率を0.1%以下とすると次の通りである。

・ 3チャンネル使用時：約 3分間に1回以下

・ 5チャンネル使用時：約 40秒間に1回以下

使用するチャンネルが多いと通信頻度が多くできる反面、受信側で待ち受けするときのチャンネル切換え回数が増え、そのために送信側で1回の送信時間が長くなる。

通信するときのチャンネルの優先順位は5チャンネル使用の時、次の順序とする。

(1)追加チャンネル (例えばAグループでは35, 44 c h)

(2)基本チャンネルのうち連続通信帯 (例えばAグループでは8,20ch)

(3)基本チャンネルのうち間欠通信帯 (例えばAグループでは1ch)

3チャンネル使用の時は上記(1)を使用せず、(2)(3)の順序とする。

これに加えて、ACK信号を送信するときはその直前の通信を受信したチャンネルを最優先する。また再送信するときには送信するチャンネルを毎回変更する。

#### (B) 426MHz帯

STD-30には48のチャンネルがある。STD-30では全48チャンネルを送信時間制限(3秒以内)と送信休止時間(2秒以上)とを定めた間欠通信帯としている。したがって本規格では1~48chを1回の送信時間3秒以内、送信間隔2秒以上で使用する。

1無線システムで使用するチャンネル数を通信頻度に応じて切り換え、無線システム内の通信頻度が少ないときは3チャンネル(基本チャンネル)を用いる。通信頻度が多いときは5チャンネル(基本チャンネル+追加チャンネル)を用いる。

無線システム毎に異なる通信チャンネルグループA~Oとシステム設定用の通信チャンネルを次のように割り当てる。また、通信チャンネルグループA~Oとは別にシステム設定用チャンネルを用意して、無線システムの設定はこのチャンネルで行う。

通信チャンネルグループ	基本チャンネル		追加チャンネル
	(グループ単独使用)	(基本と追加とでチャンネルを共用)	
Aグループ	1 c h	1 7 , 3 4 c h	1 9 , 3 8 c h
Bグループ	2 c h	1 9 , 3 7 c h	2 3 , 4 1 c h
Cグループ	3 c h	2 1 , 4 0 c h	2 7 , 4 2 c h
Dグループ	4 c h	2 3 , 4 3 c h	3 1 , 3 5 c h
Eグループ	5 c h	2 5 , 4 6 c h	1 8 , 4 0 c h
Fグループ	6 c h	2 7 , 3 3 c h	2 2 , 4 5 c h
Gグループ	7 c h	2 9 , 3 6 c h	2 6 , 3 4 c h
Hグループ	8 c h	3 1 , 3 9 c h	3 0 , 3 7 c h
Iグループ	9 c h	1 8 , 4 2 c h	1 7 , 4 4 c h
Jグループ	1 0 c h	2 0 , 4 5 c h	2 1 , 3 6 c h
Kグループ	1 1 c h	2 2 , 4 8 c h	2 5 , 4 3 c h
Lグループ	1 2 c h	2 4 , 3 5 c h	2 9 , 4 8 c h
Mグループ	1 3 c h	2 6 , 3 8 c h	2 0 , 3 3 c h
Nグループ	1 4 c h	2 8 , 4 1 c h	2 4 , 3 9 c h
Oグループ	1 5 c h	3 0 , 4 4 c h	2 8 , 4 6 c h
システム設定用	1 6 , 3 2 , 4 7 c h		-

上記の通信チャンネルグループの割り当ては以下のことに配慮している。

(1) 3チャンネル(基本チャンネル)の通信チャンネルグループで全48チャンネルを使用する。通信チャンネルグループは全16グループとなる。

(2) 3チャンネル(基本チャンネル)には、その通信チャンネルグループで単独使用するチャンネルを必ず1つ含める。

・例) Aグループの1 c hは他のグループでは使用しない

(3) 隣接するチャンネルが特定の通信チャンネルグループに集中することがない。

・例) Aグループで、1 c hに隣接するのはBグループ、1 7 c hはE・Iグループ、3 4 c hはD・F・L・Mグループ、1 9 c hはE・I・J・Mグループ、3 8 c hはB・H・Nグループ。

(4) 3チャンネル(基本チャンネル)で使うときは他の通信チャンネルグループと同じチャンネルを共有しない。

・例) Aグループの1・1 7・3 4 c hは他のグループで3チャンネルに使用しない。

(5) 5チャンネル(基本+追加チャンネル)で使うときは、特定の通信チャンネルグループと共有することがない。

・例) Aグループの1 7 c hを共有するのはIグループ、3 4 c hはGグループ、1 9 c hはBグループ、3 8 c hはMグループ。

通信頻度の目安は、1回の通信時間を1.5秒、混信を想定する無線システムを200システム、送信待ちの確率を0.1%以下とすると次の通りである。

- ・ 3チャンネル使用時：約70秒間に1回以下
- ・ 5チャンネル使用時：約15秒間に1回以下

使用するチャンネルが多いと通信頻度が多くできる反面、受信側で待ち受けするときのチャンネル切換え回数が増え、そのために送信側で1回の送信時間が長くなる。

通信するときのチャンネルの優先順位は5チャンネル使用の時、次の順序とする。

- (1)追加チャンネル（例えばAグループでは19, 38ch）
- (2)基本チャンネルのうち他グループと併用のチャンネル（例えばAグループでは17, 34ch）
- (3)基本チャンネルのうち自グループで単独使用のチャンネル（例えばAグループでは1ch）

3チャンネル使用の時は上記(1)を使用せず、(2)(3)の順序とする。

これに加えて、ACK信号を送信するときはその直前の通信（情報伝送信号やACK信号）を受信したチャンネルを最優先する。また再送信するときは送信するチャンネルを毎回変更する。

#### (C) 使用周波数、通信チャンネルグループ、チャンネル数の設定

無線システムの初期設定において使用周波数、通信チャンネルグループ、チャンネル数を設定し不揮発性RAM等に記憶する。

使用周波数は使用する無線システムの用途、無線送受信回路の周波数特性に合わせて設定する。

通信チャンネルグループは近隣に存在する無線システムと調整することが望ましいが、デフォルトとして無線システム毎に異なる無線システム識別符号から定める方法でも良い。

チャンネル数は無線システムの通信量に応じて調整することが望ましいが、デフォルトとして3チャンネル使用でも良い。

なお、通信チャンネルグループやチャンネル数を無線通信を利用して設定する場合はシステム設定用チャンネルで通信を行う。また、有線通信を利用した方法、機器毎にスイッチ等で個別設定する方法でも良い。

### 3.4 論理仕様

#### (1) 伝送制御方式

マルチチャネルを使用するCSMA (Carrier Sense Multiple Access) 方式

#### (2) キャリアセンス

送信前にキャリアセンスを行って、他の無線システムの電波を検知した場合、送信を行わない。他の通信チャネルに移りキャリアセンスをして送信する。または他の電波が終了するのを待って送信する。但し、STD-30に準拠する場合はキャリアセンスを行わなくても良い。

#### (3) 送信時間制限、送信休止時間

- ・ 送信時間制限：429MHz帯 最大40秒、426MHz帯 最大3秒
- ・ 送信休止時間：2秒以上

#### (4) 受信待ち受け

通信効率を優先する連続受信待ち受け(必須)だけでなく、受信待機時の低消費電力を優先するために、間欠受信待ち受け(オプション)も備えることができる。

送信時間制限を考慮して、次のように定める。

- ・ 連続受信待ち受け：429MHz帯、426MHz帯とも有り
- ・ 間欠受信待ち受け：429MHz帯 0.5秒、3秒、5秒、15秒、25秒、35秒間隔 の6通り
- ・ 426MHz帯 0.5秒、1秒、1.5秒、2秒間隔 の4通り

機器毎に受信待ち受けの間隔(間欠周期)を異ならせることが可能なよう、機器の初期設定において通信相手毎に間欠周期を設定登録する。送信側は、通信相手の間欠周期にあわせて送信信号の一部を切り換えて送信する(3.4.2参照)。

なお、本規格では間欠受信待ち受けを行う機器において、通信時のみ連続受信待ち受けに切り換えて通信効率を上げるための通信手順を備える(3.4.4参照)。

#### 3.4.1 電文構成

無線通信で使用する電文フォーマットは、情報を伝送する情報伝送信号と、その受信確認の応答であるACK信号がある。その電文フォーマットはでき

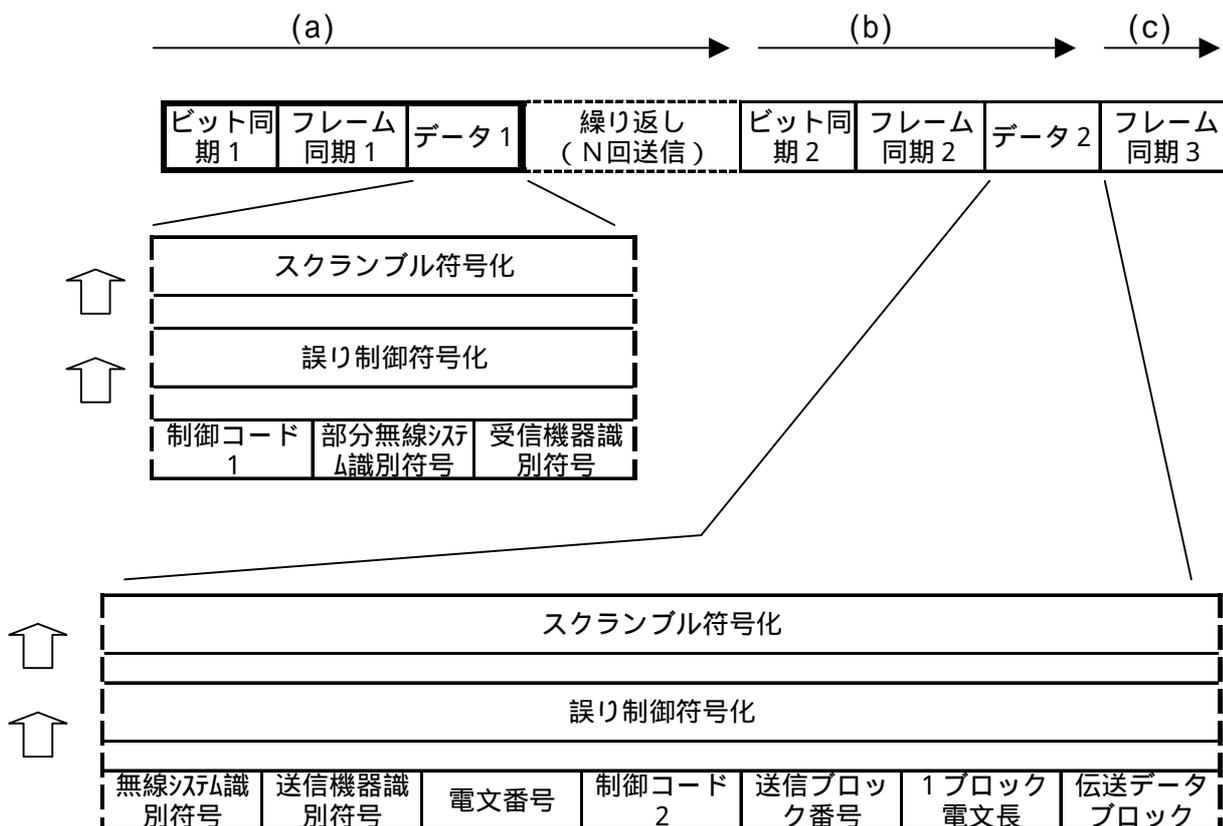
る限り共通とする。

電文フォーマットは次の3つから構成される。後述のようにデータ1, データ2には誤り制御符号化した後、スクランブル符号化を行う。各バイトの送信は上位ビット(MSB)から出力する。

(a) ビット同期1、フレーム同期1、データ1を1単位とした繰り返し部。受信側はビット同期1、フレーム同期1で同期確立後、データ1によって通信相手の確認等を行う。

(b) ビット同期2、フレーム同期2、データ2からなる。受信側はビット同期2、フレーム同期2で同期確立後、データ2によって通信相手等を確認し、伝送したいデータを受信する。

(c) フレーム同期3の繰り返し部。受信側からACK信号の送信があるとき、送信側において通信チャネルを確保をする。



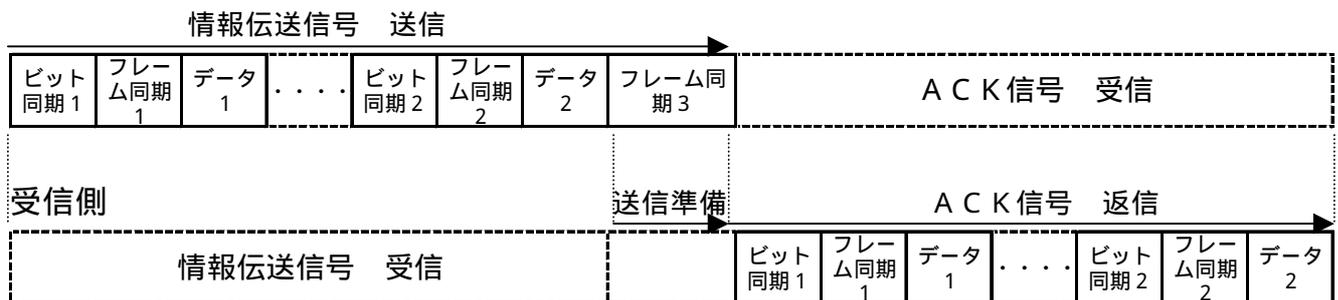


- ・ 誤り制御符号を含めてデータ2のビット数が2240ビットを超える場合は途中でビット同期2、フレーム同期2を挿入して受信側で再同期を行えるようにする(次の(3)にて詳細説明)。

(G) フレーム同期3

- ・ ACK信号の返信が必要な時に、受信側がACK信号送信準備する間、送信側で既に使用している通信チャネルを確保するための信号。
- ・ ACK信号の返信を必要としないときは、送信側は情報伝送信号にフレーム同期3を付加しない。
- ・ ACK信号は受信側で正常受信できたときに返信する。ACK信号を返信する側は、データ2を受信した後、ACK信号を送信準備してからキャリアセンスによってフレーム同期3の終了を確認してACK信号を送信する。
- ・ なお、データ2をブロック分割して送信する時に限り、受信側は情報伝送信号のデータ2の受信途中で受信エラーがあったときでもACK信号を送信して再送要求を行う(3.4.3(8)にて詳細説明)。このときACK信号を返信する側は、受信したデータ2中の送信ブロック番号(3.4.3(6)にて詳細説明)を基にしてデータ2の終了時点を算出し、キャリアセンスによってフレーム同期3の終了を確認してACK信号を送信する。
- ・ フレーム同期3はフレーム同期2と同じである31ビットM系列符号「0001101110101000010010110011111」の先頭に「1」をつけた32ビット符号の繰り返し送信
- ・ 繰り返し回数は4回とする。

送信側



(1) 受信周期と繰り返し送信回数

- ・ 送信側は、受信側の間欠周期にあわせて繰り返し送信部を送信する。繰り返し送信部はビット同期1～フレーム同期1～データ1を1単位(13

6ビット)としてN回繰り返す。

- ・ 繰り返し送信回数Nは次の要素を考慮する。したがって、送信時は通信相手に応じて繰り返し送信回数Nを切り換える。

$$\text{繰り返し送信回数 } N \geq \text{(a)間欠受信待ち受けに必要な回数} + \text{(b)通信相手識別に必要な繰り返し回数}$$

(a) 間欠受信待ち受けに必要な回数 : 受信周期、変調速度により異なる

(b) 通信相手識別に必要な繰り返し回数 : 使用するチャネルの数により異なる

- ・ 参考として繰り返し送信回数Nを次表に示す。そのときの繰り返し送信部の送信時間を示す。

3 c h 使用時

間欠周期 (秒)	4 8 0 0 b p s		2 4 0 0 b p s	
	繰り返し送信回数 (回)	繰り返し送信時間 (秒)	繰り返し送信回数 (回)	繰り返し送信時間 (秒)
0 (連続)	12	0.4	9	0.5
0.5	30	0.9	18	1.0
1.0	55	1.6	32	1.8
1.5	72	2.1	41	2.3
2.0	90	2.6	50	2.8
3.0	125	3.5	67	3.8
5.0	196	5.6	103	5.8
15.0	549	15.6	279	15.8
25.0	902	25.6	456	25.8
35.0	1255	35.6	632	35.8

## 5 c h 使用時

間欠周期 (秒)	4 8 0 0 b p s		2 4 0 0 b p s	
	繰り返し送信回数 (回)	繰り返し送信時間 (秒)	繰り返し送信回数 (回)	繰り返し送信時間 (秒)
0 (連続)	19	0.5	15	0.9
0.5	37	1.1	24	1.4
1.0	65	1.9	40	2.3
1.5	83	2.4	49	2.8
2.0	100	2.8	58	3.3
3.0	135	3.8	75	4.3
5.0	206	5.8	111	6.3
15.0	559	15.8	287	16.3
25.0	912	25.8	464	26.3
35.0	1265	35.8	640	36.3

(2) スクランブル符号変換

- データ1、データ2には同一ビットが連続するデータを使用することが多い(例えば 0x00 や 0xFF など)。無線通信の特性として、数十~百ビット連続した「0」や「1」は好ましくないためスクランブル符号変換を行ってこれを拡散する。
- スクランブル符号変換には擬似ランダム符号(M系列符号)とのXOR(排他的論理和)を用いる。
- 送信時は誤り制御符号を付加した後、スクランブル符号とXORして送信する。受信時はスクランブル符号とXORした後、誤り制御を行う。
- 後述の誤り検出・訂正符号(3.4.3にて詳細説明)を32ビット単位で行うので、スクランブル符号変換を32ビット単位とする。

スクランブル符号変換の例

送信側

誤り制御符号付きデータ(a)

スクランブル処理済みデータ(c)

送信処理

(a)誤り制御符号付きデータ : 00000000000000001111111111111111  
 (b)スクランブル符号 : 11011010011000001110010001010110  
 (c)スクランブル処理済みデータ : 1101101001100000001101110101001  
 (c)=(a)XOR(b)

送信 受信

受信側

受信データ(d)

スクランブル処理済みデータ(f)

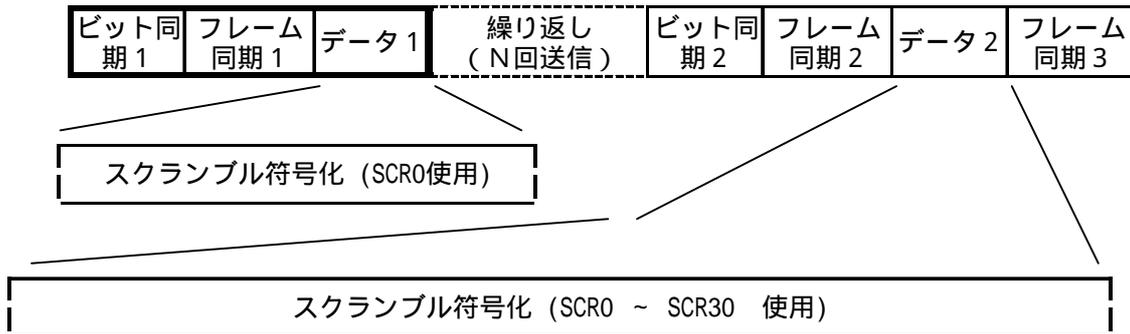
受信内容解析処理

(d)受信データ : 1101101001100000001101110101001  
 (e)スクランブル符号 : 11011010011000001110010001010110  
 (f)スクランブル処理済みデータ : 00000000000000001111111111111111  
 (f)=(d)XOR(e)=(a)となる

- スクランブル符号は次表のように、31ビット擬似ランダム符号+1ビット「0」の32ビットとする。31ビット擬似ランダム符号部が異なる31通りがある。
- 通常は全無線システムで共通のスクランブル符号SCR0を用いる。必要があれば無線システム毎に異なるスクランブル符号をSCR1~SCR30の中から選択することができる。このとき受信機器と送信機器とで同じスク

ランブル符号がなければ通信内容に秘話性がある。

- ・ 無線システム毎に異なるスクランブル符号は無線システムの初期設定において設定する。デフォルトとして SCR0 とする。
- ・ データ 1 部はスクランブル符号 SCR0 を、データ 2 部はスクランブル符号 SCR0 ~ SCR30 の中から選択することができるようにしてもよい。なお、システム設定用チャンネルでの通信はスクランブル符号は SCR0 以外は使用しない。



スクランブル符号 一覧表

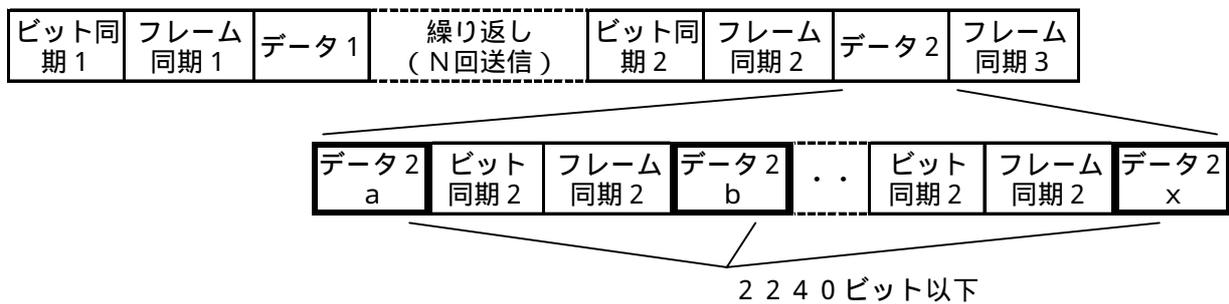
	上位	下位
SCR0	11011010011000001110010001010110	
SCR1	11101101001100000111001000101010	
SCR2	11110110100110000011100100010100	
SCR3	01111011010011000001110010001010	
SCR4	10111101101001100000111001000100	
SCR5	01011110110100110000011100100010	
SCR6	10101111011010011000001110010000	
SCR7	01010111101101001100000111001000	
SCR8	00101011110110100110000011100100	
SCR9	00010101111011010011000001110010	
SCR10	10001010111101101001100000111000	
SCR11	01000101011110110100110000011100	
SCR12	00100010101111011010011000001110	
SCR13	10010001010111101101001100000110	
SCR14	11001000101011110110100110000010	
SCR15	11100100010101111011010011000000	
SCR16	01110010001010111101101001100000	
SCR17	00111001000101011110110100110000	
SCR18	00011100100010101111011010011000	
SCR19	00001110010001010111101101001100	
SCR20	00000111001000101011110110100110	
SCR21	10000011100100010101111011010010	
SCR22	11000001110010001010111101101000	
SCR23	01100000111001000101011110110100	
SCR24	00110000011100100010101111011010	
SCR25	10011000001110010001010111101100	
SCR26	01001100000111001000101011110110	
SCR27	10100110000011100100010101111010	
SCR28	11010011000001110010001010111100	
SCR29	01101001100000111001000101011110	
SCR30	10110100110000011100100010101110	

(3) データ2のブロック分割

受信するデータが長い場合、受信側は途中で再同期を行って同期誤差を補正する必要がある。

変調速度の許容偏差を 100ppm とすると 1 回の同期で受信可能なデータ長は 5 0 0 0 ビット程度である。

本規格では、受信機の同期誤差を考慮し、データ2が 2 2 4 0 ビット（誤り制御符号付加したビット数）を超えるときはデータ2を複数のブロックに分割する。ブロックとブロックとの間にビット同期2とフレーム同期2を挿入する。



### 3.4.3 レイヤ2

#### (1) 無線システム識別符号

無線システム毎にユニークな識別符号。識別符号の異なる無線システム間で無線通信は行わない。例えば、1家庭に複数の無線システム識別符号が存在しても構わない。ECHONET サブネットが異なれば無線システム識別符号は異なる。

サブネット内の任意の一つのノードをマスタとし、マスタノードの無線システム識別符号をサブネットの無線システム識別符号とし、すべてのスレーブノードはマスタノードの無線システム識別符号に統一する。

無線システム識別符号は48ビットのうち、上位のあらかじめ定められたビットをメーカー毎に割り当て、残りは重複しないようメーカーで管理する。メーカーはマスタノードとしての機能を有する機器を出荷する際に無線システム識別符号を不揮発性RAM等に記憶し出荷する。マスタノードとしての機能を有する機器はスイッチ等で切り替えることによりスレーブノードとしての機能も有する。なおスレーブノードとしての機能のみを有する機器も存在してよい。

既存の無線通信システムに新たにスレーブノードを追加するときはマスタノードの無線システム識別符号をスレーブノードの不揮発性RAM等へ書き込む。無線システム識別符号が書き込まれると機器識別符号は未設定状態にクリアされる。

手動設定の方法として、機器毎にスイッチ等で個別設定する方法のほか、無線通信(システム設定用チャンネルを使用すること)や有線通信を利用して設定する方法でも良い。設定される情報は無線システム識別符号、チャンネル数、通信チャンネルグループ、スクランブル符号(オプション)及び受信周期情報(オプション)である。

マスタノードを変更する時は、サブネット内のすべてのスレーブノードに書き込まれている無線システム識別符号を新マスタノードの所有する無線システム識別符号に変更しなければならない。

#### (2) 機器識別符号

無線システムを構成する機器毎にユニークな識別符号(MACアドレス)。同じ無線システム内で機器識別符号は重複しない。

マスタノードの機器識別符号は0x01とする。スレーブノードには0x02~0x7Fまでの符号を機器識別符号として割り当てる。上記機器識別符号の内、0x02~0x3Fまでをマスタノードが付与できる領域とし、0x40~0x7Fまでを識別符号管理者がマスタノードを介さずに付与する領域とする。但しスレーブノードには機器識別符号が未設定の状態ではあらかじめ0x80~0xFFまでの符号が仮機器識別符号として記憶されている。前記仮機器識別符号は例え

ば工場出荷時にランダムに割り振られる。

マスターノードが機器識別符号をスレーブノードに付与する場合、無線通信を用いて下記方法で行う。

(設定方法1)

スレーブノードに機器識別符号以外の通信に必要な条件(無線システム識別符号等)が設定されている場合の設定方法について述べる。

- ・ スイッチ或いは電文等による上位からの「(a)登録処理要求」によりスレーブノードの小電力無線部は登録モードへ移行する。
- ・ スレーブノードでは、自局アドレスとして仮機器識別符号を用いマスターノード宛に3.4.3項の制御コード2に示す無線システムの設定用電文フラグをセットして「伝送データ:無」で送信する((1)情報伝送)。送信チャンネルは通常の通信チャンネルグループのチャンネルを使用する。
- ・ マスターノードは前記無線電文を受信すると登録モードへ移行し、自己のドメインテーブルを参照して空いている機器識別符号を発行する。そして相手先アドレスとして仮機器識別符号を指定し、無線システムの設定用電文フラグをセットして、データ部に発行した機器識別符号を入れてスレーブノードへ送信する((2)情報伝送)。送信チャンネルはシステム設定用チャンネルを使用し、受信周期は連続でおこなう。

((2)情報伝送のデータ2のデータ部)

- ・ スレーブノードは前記無線電文を受信すると、自局アドレスとして発行された機器識別符号を用いて、無線システムの設定用電文フラグをセットして、データ部に自機の受信周期を入れてマスターノードへ送信する((3)情報伝送)。送信チャンネルはシステム設定用チャンネルを使用し、受信周期は連続でおこなう。そして(c)登録終了通知の送信により登録処理が完了したことを上位へ通知すると共に、発行された機器識別符号を不揮発性RAM等に記憶する。

( (3)情報伝送のデータ2のデータ部 )

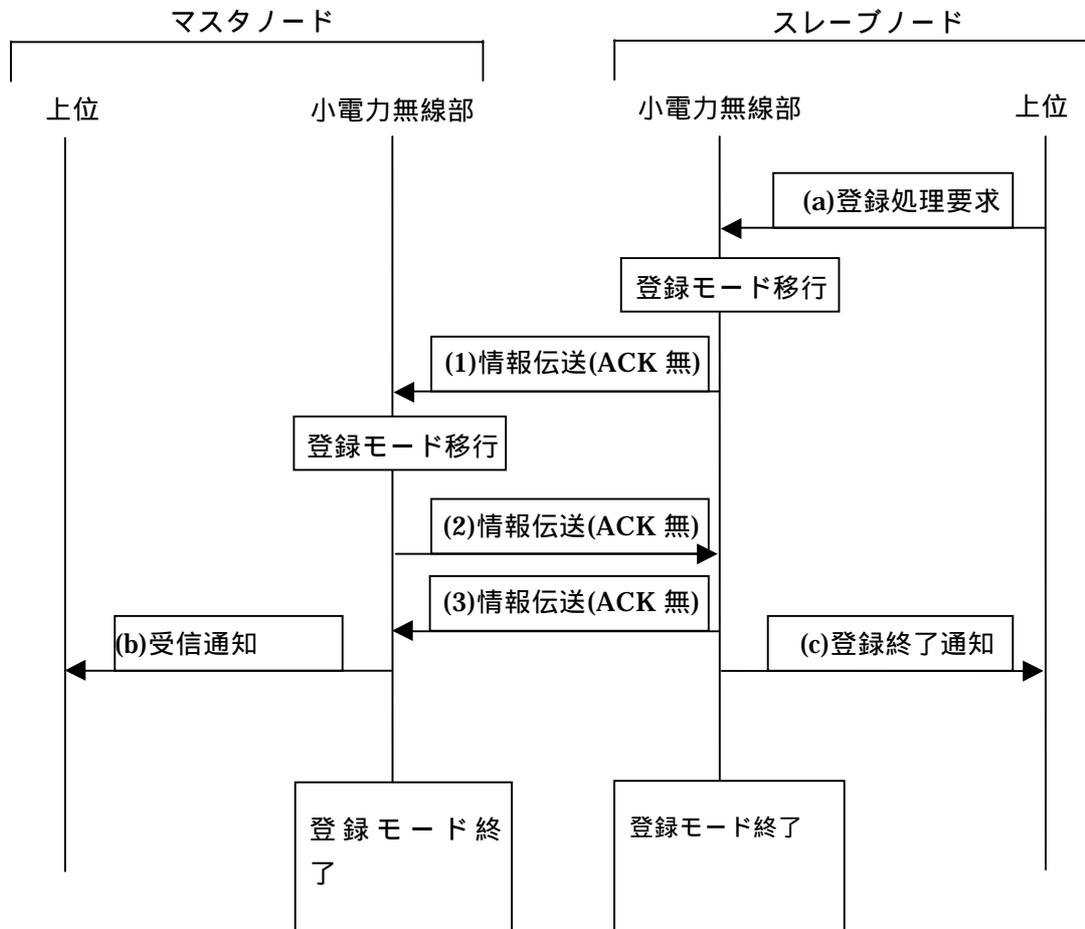
自機の受信周期  
( 8ビット )

・自機の受信周期 ( 3ビット情報 )

429MHz	426MHz	上位	下位
連続	連続	* * * * *	0 0 0
0 . 5 秒	0 . 5 秒	* * * * *	0 0 1
3 秒	1 秒	* * * * *	0 1 0
5 秒	1 . 5 秒	* * * * *	0 1 1
1 5 秒	2 秒	* * * * *	1 0 0
2 5 秒	2 秒	* * * * *	1 0 1
3 5 秒	2 秒	* * * * *	1 1 0

マスタノードは前記無線電文を受信すると、スレーブノードの受信周期を「(b) 受信通知」により上位に知らせる。

下図にシーケンスを示す。



(設定方法2)

機器識別符号以外の通信に必要な条件（無線システム識別符号等）が設定されていない場合、もしくはマスタノードにおける通信に必要な条件（マスタノードの受信周期、スクランブル符号）にスレーブノードが対応していない場合の設定方法について説明をする。

なお、マスタノードにおける通信に必要な条件をスレーブノードが対応できるように設定し直すことによって設定方法1により機器識別符号を設定してもかまわない。

- ・ 上位からの「(a)登録処理要求」によりマスタ・スレーブノードの小電力無線部は登録モードへ移行する。
- ・ スレーブノードでは、自局アドレスとして仮機器識別符号を用いマスタノード宛に無線システムの設定用電文フラグをセットして「伝送データ：

無」で送信する((1)情報伝送)。送信チャンネルはシステム設定用チャンネルを使用し、受信周期は連続でおこなう。また無線システム識別符号はオール1を使用する。

- ・ マスタノードは前記無線電文を受信すると、自己のドメインテーブルを参照し、空いている機器識別符号を発行する。そして相手先アドレスとして仮機器識別符号を指定して無線システムの設定用電文フラグをセットして、データ部に発行した機器識別符号、無線システム識別符号、チャンネル数、通信チャンネルグループ、スクランブル符号、受信周期情報を入れてスレーブノードへ送信する((2)情報伝送)。送信チャンネルはシステム設定用チャンネルを使用し、受信周期は連続でおこなう。また無線システム識別符号はオール1を使用する。

((2)情報伝送のデータ2のデータ部)

機器識別符号	無線システム識別符号	チャネル数 / 通信チャネルグループ	スクランブル符号 / 受信
--------	------------	--------------------	---------------

・ チャンネル数 (1ビット情報)

	上位	下位
3ch	***0****	
5ch	***1****	

・ スクランブル符号 (5ビット情報)

	上位	下位
SCR0	00000***	
SCR1	00001***	
:	:	
SCR30	11110***	

・ 通信チャンネルグループ (4ビット情報)

	上位	下位
Aグループ	****0001	
Bグループ	****0010	
:	:	
Oグループ	****1111	

・ 受信周期 (3ビット情報)

429MHz	426MHz	上位	下位
連続	連続	*****000	
0.5秒	0.5秒	*****001	
3秒	1秒	*****010	
5秒	1.5秒	*****011	
15秒	2秒	*****100	
25秒	2秒	*****101	
35秒	2秒	*****110	

- ・ スレーブノードは前記無線電文を受信すると、自局アドレスとして発行された機器識別符号を用いて、無線システムの設定用電文フラグをセットして、データ部に自機の受信周期を入れてマスタノードへ送信する((3)情報伝送)。送信チャンネルはシステム設定用チャンネルを使用し、受信周期は連続でおこなう。無線システム識別符号はマスタノードから受信した無線システム識別符号を使用する。
- ・ そして「(c)登録終了通知」の送信により登録処理が完了したことを上位

へ通知すると共に、スレーブノードに発行してもらった機器識別符号等を不揮発性RAM等に記憶する。

( (3)情報伝送のデータ2のデータ部 )

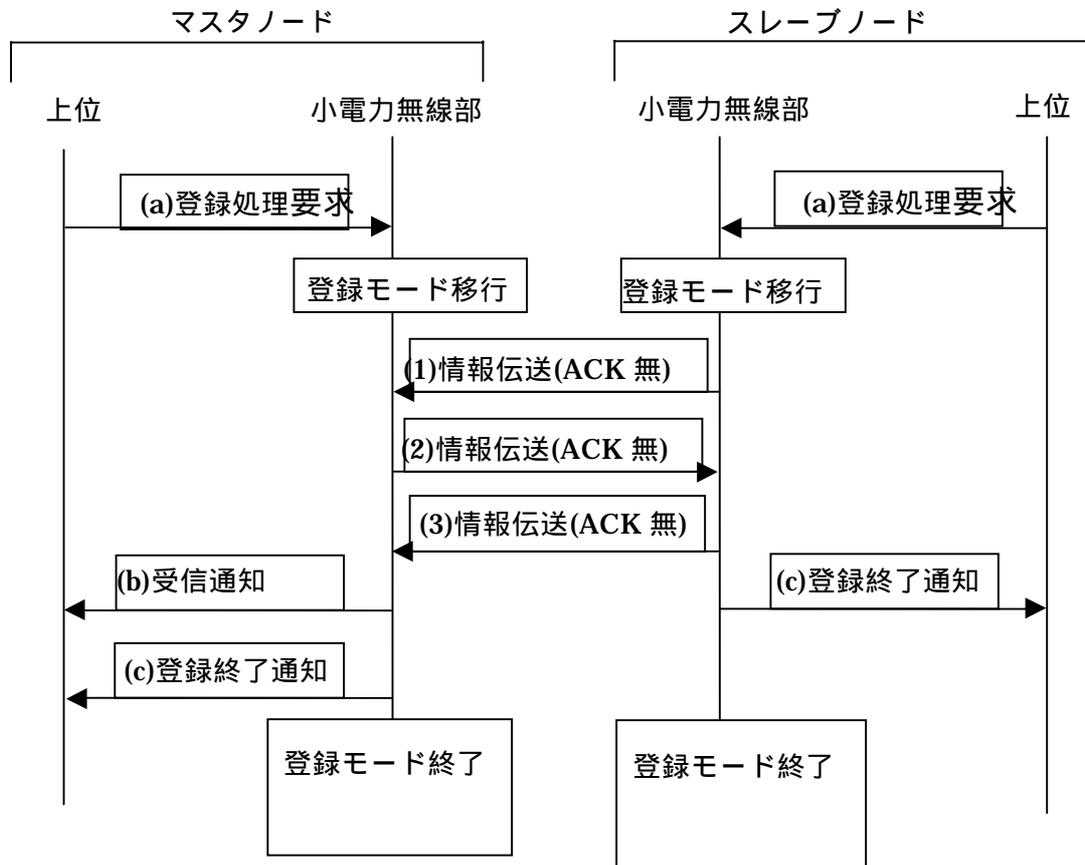
自機の受信  
 周期

・自機の受信周期 ( 3ビット情報 )

429MHz	426MHz	上位	下位
連続	連続	* * * * *	0 0 0
0.5秒	0.5秒	* * * * *	0 0 1
3秒	1秒	* * * * *	0 1 0
5秒	1.5秒	* * * * *	0 1 1
1.5秒	2秒	* * * * *	1 0 0
2.5秒	2秒	* * * * *	1 0 1
3.5秒	2秒	* * * * *	1 1 0

- ・ マスタノードは前記無線電文を受信すると、スレーブノードの受信周期を「(b)受信通知」により上位に知らせると共に、「(c)登録終了通知」によって登録処理が完了したことも通知する。

下図にシーケンスを示す。



(3) 識別符号と同報通信・個別通信

受信機器は、受信した無線システム識別符号が自身の無線システム識別符号と一致していることを確認する。加えて、受信した受信機器識別符号が自身の機器識別符号と一致していることを確認する。一致しなければ受信を中断する。

通信方法によって一致確認を必要とする識別符号は次表のように異なる。同報通信か個別通信かを受信者に指定する情報はデータ1内の制御コード1に含む。

通信方法	無線システム識別符号 (48ビット)	受信機器識別符号 (8ビット)
同報通信	一致確認	部分一致確認
個別通信	一致確認	一致確認

同報通信時のアドレス指定

同報グループ	受信側の機器識別符号	送信時に受信機器識別符号部に挿入する同報指定の情報
0	**** 0000	**** ***1
	**** 1000	**** ***1
1	**** 0100	**** **1*
	**** 1100	**** **1*
2	**** 0010	**** *1**
	**** 1010	**** *1**
3	**** 0110	**** 1***
	**** 1110	**** 1***
4	**** 0001	***1 ****
	**** 1001	***1 ****
5	**** 0101	**1* ****
	**** 1101	**1* ****
6	**** 0011	*1** ****
	**** 1011	*1** ****
7	**** 0111	1*** ****
	**** 1111	1*** ****
全グループへ一斉同報		1111 1111

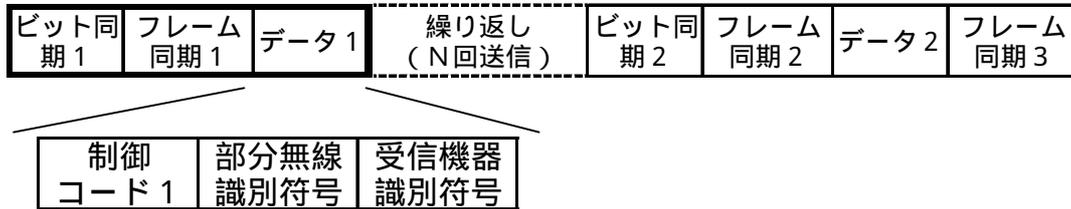
(4) 誤り検出・訂正

- ・ データ1、データ2において誤り制御を行う
- ・ 誤り制御にはBCH(31, 16)を用い、16ビット単位の伝送信号に対して15ビットのBCH誤り制御符号と1ビットの偶数パリティ符号を付与する
- ・ 誤り検出能力：32ビット中5ビットまでの誤り検出が可能。
- ・ 誤り訂正能力：32ビット中2ビットまでの誤り訂正が可能。
- ・ 受信した電文が誤り検出有り、かつ誤り訂正可能なときは受信して誤り訂正を行う。受信した電文が誤り検出有り、かつ誤り訂正不能なときは受信を中断する。

伝送信号 16ビット	BCH誤り制御符号 15ビット	偶数パリティ符号 1ビット
---------------	--------------------	------------------

(5) データ1構成

- ・ 32ビット情報 + 32ビットの誤り制御符号 = 64ビット



(A) 制御コード1

- ・ 8ビット情報
- ・ 次に示すフラグを備える。

(1) 同報通信、個別通信を示すフラグ(2ビット)

	上位	下位
・ 同報通信	: 1 0	* * * * *
・ 個別通信(情報伝送信号)	: 0 0	* * * * *
・ 個別通信(ACK信号)	: 0 1	* * * * *

(2) 次にある部分無線システム識別符号の内容を示すフラグ(2ビット)

無線システム識別符号48ビットの上位16ビット/中位16ビット/下位16ビット)。使い方詳細は次の(B)で詳細説明。

・ 上位16ビット	: * * 1 1 * * * *
・ 中位16ビット	: * * 1 0 * * * *
・ 下位16ビット	: * * 0 1 * * * *

(3) 送信のチャネル番号を示すフラグ(3ビット)

受信側は受信したチャネル番号と、実際の受信チャネルとが一致することを確認する。一致しなければ受信を中断する。

・ チャネル番号	: * * * * 0 0 1 * ~ * * * * 1 0 1 *
----------	-------------------------------------

4 2 9 M H z 帯

チャンネル番号	'001'	'010'	'011'	'100'	'101'
通信チャンネルグループ	基本チャンネル			追加チャンネル	
Aグループ	1 c h	8 c h	2 0 c h	3 5 c h	4 4 c h
Bグループ	2 c h	1 4 c h	2 9 c h	3 8 c h	4 1 c h
Cグループ	3 c h	1 0 c h	2 2 c h	3 4 c h	3 7 c h
Dグループ	4 c h	1 6 c h	3 1 c h	4 0 c h	4 3 c h
Eグループ	5 c h	1 2 c h	2 4 c h	3 6 c h	3 9 c h
Fグループ	6 c h	1 8 c h	3 3 c h	4 2 c h	4 5 c h
システム設定用	6 c h	2 6 c h	4 6 c h	-	-

4 2 6 M H z 帯

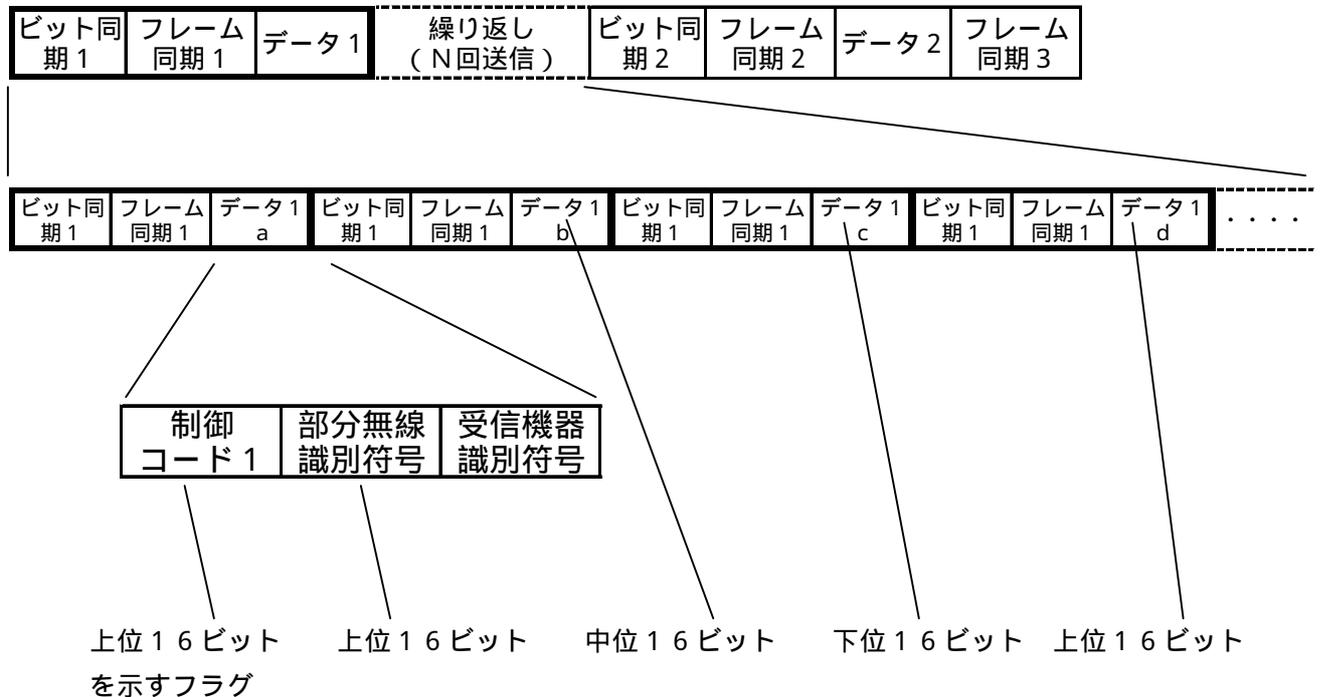
チャンネル番号	'001'	'010'	'011'	'100'	'101'
通信チャンネルグループ	基本チャンネル			追加チャンネル	
Aグループ	1 c h	1 7 c h	3 4 c h	1 9 c h	3 8 c h
Bグループ	2 c h	1 9 c h	3 7 c h	2 3 c h	4 1 c h
Cグループ	3 c h	2 1 c h	4 0 c h	2 7 c h	4 2 c h
Dグループ	4 c h	2 3 c h	4 3 c h	3 1 c h	3 5 c h
Eグループ	5 c h	2 5 c h	4 6 c h	1 8 c h	4 0 c h
Fグループ	6 c h	2 7 c h	3 3 c h	2 2 c h	4 5 c h
Gグループ	7 c h	2 9 c h	3 6 c h	2 6 c h	3 4 c h
Hグループ	8 c h	3 1 c h	3 9 c h	3 0 c h	3 7 c h
Iグループ	9 c h	1 8 c h	4 2 c h	1 7 c h	4 4 c h
Jグループ	1 0 c h	2 0 c h	4 5 c h	2 1 c h	3 6 c h
Kグループ	1 1 c h	2 2 c h	4 8 c h	2 5 c h	4 3 c h
Lグループ	1 2 c h	2 4 c h	3 5 c h	2 9 c h	4 8 c h
Mグループ	1 3 c h	2 6 c h	3 8 c h	2 0 c h	3 3 c h
Nグループ	1 4 c h	2 8 c h	4 1 c h	2 4 c h	3 9 c h
Oグループ	1 5 c h	3 0 c h	4 4 c h	2 8 c h	4 6 c h
システム設定用	1 6 c h	3 2 c h	4 7 c h	-	-

(4) 制御コード1の最下位ビットは0とする。

(B) 部分無線システム識別符号

- ・ 16ビット情報
- ・ 送信側は自身が備える無線システム識別符号48ビットのうち、上位16ビット、中位16ビット、下位16ビットの3つに分けて送信する(部分無線システム識別符号)。
- ・ 繰り返し送信の中で、上位 中位 下位 上位 ・ ・ (あるいは下位 中位 上位 下位 ・ ・ )と部分無線システム識別符号を切り換えながら送信する。

- ・ 受信側は受信した制御コード1により部分無線システム識別符号が上位 / 中位 / 下位であるかを判断し、自身の備える無線システム識別符号の該当部分と一致することを確認する。一致しなければ受信を中断する。



(C) 受信機器識別符号

- ・ 8ビット情報
- ・ 送信側は通信相手の機器識別符号を入れる
- ・ 個別通信時、受信側は受信した受信機器識別符号が自身の備える機器識別符号と一致することを確認する。一致しなければ受信を中断する。
- ・ 同報通信時、受信側は受信した受信機器識別符号の指定が自身の備える機器識別符号の下位4ビットと一致することを確認する。一致しなければ受信を中断する。

(6) データ2構成

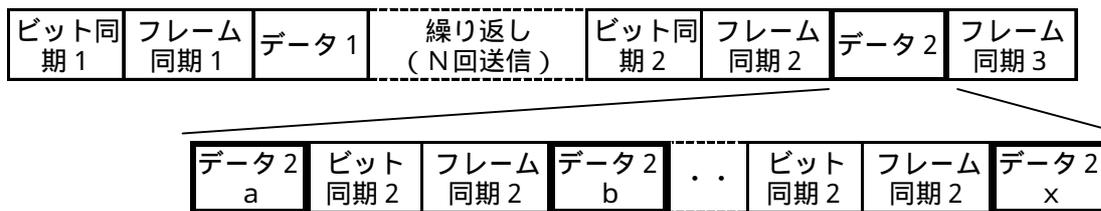
- ・最大1120ビットの情報 + 最大1120ビットの誤り制御符号 = 最大2240ビット
- ・情報伝送信号の一括送信、ブロック分割送信、ACK信号で構成が異なる

・情報伝送信号の一括送信のとき



・情報伝送信号のブロック分割送信のとき

ブロック分割したとき、先頭ブロックのデータ2は一括送信と同じ。2番目ブロック以後は無線システム識別符号、送信機器識別符号、電文番号、制御コード2を省略。



データ2 a



データ2 b ~ データ2 x



・ACK信号のとき

一括送信と基本的に同じであるが、ACKデータを固定長とするので「1ブロック電文長」を省略。また送信ブロック番号の代わりに再送要求ブロックを含み、ブロック分割送信時に使用する。



(A) 無線システム識別符号

- ・ 48ビット情報
- ・ 送信側は自身が備える無線システム識別符号48ビットを入れる
- ・ 受信側は受信した無線システム識別符号が自身の備える無線システム識別符号と一致することを確認する。一致しない場合は受信を中断する。

(B) 送信機器識別符号

- ・ 8ビット情報
- ・ 送信側は自身の備える機器識別符号を入れる
- ・ 受信側は情報伝送信号或いはACK信号を送信した機器の識別符号を得る

(C) 電文番号

- ・ 8ビット情報
- ・ 受信側は電文番号で再送信時の重複受信を確認する。続けて同じ通信相手から同じ電文番号を受信したときには上位層(通信レイヤ上において下位通信ソフトウェアより上位の部分)に受信データを通知しない。
- ・ 送信側は新たな伝送データを送信する毎に電文番号を変える。例えば前回送信或いは受信した電文番号を+1する。再送信のときの電文番号は前回送信した電文番号と同一とする。
- ・ 電文番号が0xFFをオーバーしたときは0x00に戻す。

(D) 制御コード2

- ・ 16ビット情報
- ・ 次に示すフラグを備える。使い方詳細は3.4.4参照。

(1) 通信手順においてリンク接続要求の有無を示すフラグ(2ビット)

	上位	下位
--	----	----

(2) 受信側に対してACK信号の返信要求の有無を示すフラグ(1ビット)

(3) 情報伝送信号の信号内容をフラグ ( 1 ビット )

- ・ ECHONET 電文 : \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* 0 \* \*
- ・ 無線システムの設定用電文 : \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* 1 \* \*

(4) 他のビットは予備で0とする。

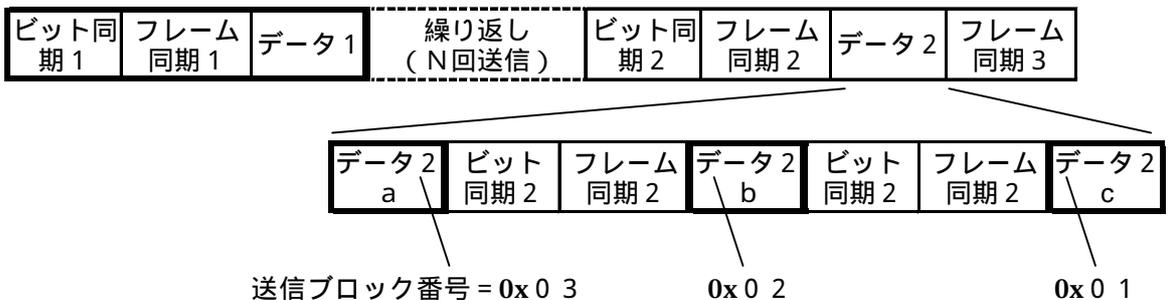
( E ) 送信ブロック番号

- ・ 8 ビット情報
- ・ 送信ブロック番号は受信すべき伝送データブロックの残り数を示す。
- ・ データ2の一括送信のとき 0x0 1。
- ・ データ2のブロック分割送信のとき、送信中は下図のようにデクリメント値となり最終の伝送データブロックでは 0x0 1。
- ・ 無限受信を防ぐため、受信側は送信ブロック番号のデクリメントの確認を行い正常でないときは受信を中断することが望ましい。

<例1> データ2を一括して送信するとき



<例2> データ2を3ブロックに分割して送信するとき



( F ) 1 ブロック電文長

- ・ 8 ビット情報
- ・ 次にある伝送データブロック内の伝送データ長 ( 誤り制御符号を含めない ) をバイト単位に入れて送信する。
- ・ 1 ブロックの電文長は1バイト ~ 1 2 8 バイト ( 0x0 1 ~ 0x8 0 )
- ・ 1 ブロック電文長の所に “ 0x0 0 ” が入っている場合、次に続く伝送データブロックを有しない。

( G ) 伝送データブロック

- ・ 最大 2 0 4 8 ビット ( 2 5 6 バイト )

- ・上位層（通信レイヤ上において下位通信ソフトウェアより上位の部分）で伝送したい情報量は8ビット単位で、1つの伝送データブロックで最大1024ビット（128バイト）とする。
- ・伝送データ8ビット×2単位（=16ビット）毎に16ビットの誤り制御符号を付加する。
- ・伝送データが奇数バイトのときは8ビットの「0」を最後に付加して16ビットにととのえて送信する。受信側は1ブロックの電文長が奇数か偶数かでこれを判断する。

#### （H）再送要求ブロック番号

- ・8ビット情報
- ・受信エラーなしのときは0x00。
- ・ブロック分割送信時のACK信号では、再送信を要求する伝送データブロックの先頭番号を入れる。受信エラーなしのときは0x00。
- ・ACK信号で再送要求を受けた送信側は再送要求ブロック番号以降の伝送データブロックを再送信する。次の（8）で詳細説明。

#### （I）ACKデータ

- ・8ビット情報
- ・正常受信時 0x06（ACK）
- ・ブロック分割送信時の受信エラー時 0x15（NAK）

#### （7）無線システム識別符号および機器識別符号の重複チェック

無線システム識別符号および機器識別符号の重複をチェックするため、同報通信時に受信側は受信した送信機器識別符号が自身の備える機器識別符号と一致を確認しなんらかの手段で報知することを推奨する。

#### （8）送信ブロック番号と再送要求ブロック番号

通常、受信した情報伝送信号が誤り検出有りで誤り訂正不能であるときはACK信号を返信せず、送信側からの再送信を待ち受ける。しかし、伝送データ量が多くて分割ブロック送信する場合は、誤り検出有り、かつ誤り訂正不能のときに次のようなACK信号を送信することで再送信の電文を短くすることを可能とする。

情報伝送信号の受信側は、送信側に対してデータ伝送ブロックの再送信を要求するブロック番号を、返信するACK信号内の再送要求ブロック番号に含めて送る。再送要求がないときは0x00である。

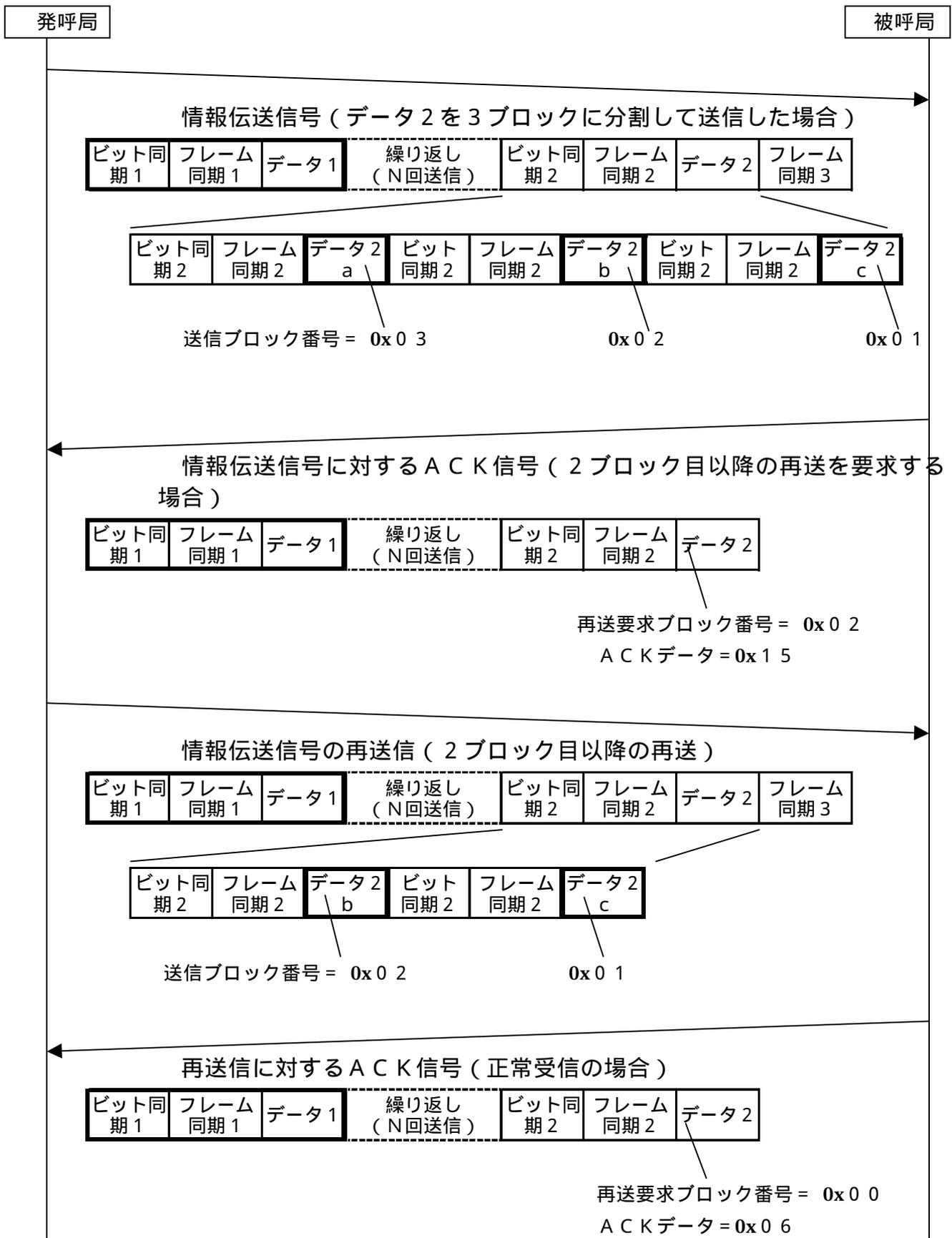
このACK信号を受信した情報伝送信号の送信側は、そのACK信号内の再送要求ブロック番号以降のデータ伝送ブロックを再送信する。

情報伝送信号の受信側は、この再送信を受信し、データ伝送ブロック番号に基づいて先の受信内容と統合する。

ただし、分割ブロック送信時であっても最初のブロックで誤り検出有り、かつ誤り訂正不能のときにはACK信号を返信せず再送信を待ち受ける。

なお、再送要求のACK信号に対する情報伝送信号の再送信は、通常の再送と同じく電文番号は前回送信した電文番号と同一とする。

<例> データ2を3ブロックに分割して送信、2ブロック目以降の再送を要求した。再送の結果、3ブロックとも受信完了したとき。



(9) 通信時間と伝送データ量 (参考)

上位層 (通信レイヤ上において下位通信ソフトウェアより上位の部分) で伝送したいデータ (伝送データ) 量と送信時間について参考値を示す。送信時間には、ビット同期1~データ1の繰り返し送信時間を含むため、受信側の間欠周期と使用チャンネル数によって異なる。

また、STD-T67、30に送信時間制限があるため、1回送信での伝送可能な情報量に限りがある。

一例として伝送データが16バイトの時、256バイト時の情報伝送信号の送信時間を示す。

(A) 429MHz帯

伝送データ 16バイト送信時の送信時間 (秒)

間欠周期 (秒)	4800bps		2400bps	
	3チャンネル使用時	5チャンネル使用時	3チャンネル使用時	5チャンネル使用時
0 (連続)	0.5	0.7	0.8	1.2
0.5	1.0	1.2	1.3	1.7
:	:	:	:	:
X	X + 0.7	X + 1.0	X + 1.1	X + 1.6
:	:	:	:	:
35.0	35.7	36.0	36.1	36.6

X 1.0秒

伝送データ 256バイト送信時の送信時間 (秒)

間欠周期 (秒)	4800bps		2400bps	
	3チャンネル使用時	5チャンネル使用時	3チャンネル使用時	5チャンネル使用時
0 (連続)	1.3	1.5	2.5	2.8
0.5	1.8	2.0	3.0	3.3
:	:	:	:	:
X	X + 1.5	X + 1.8	X + 2.8	X + 3.2
:	:	:	:	:
35.0	36.5	36.8	37.8	38.2

X 1.0秒

( B ) 4 2 6 M H z 帯

伝送データ 16バイト送信時の送信時間(秒)

間欠周期(秒)	4800bps		2400bps	
	3チャンネル使用時	5チャンネル使用時	3チャンネル使用時	5チャンネル使用時
0(連続)	0.5	0.7	0.8	1.2
0.5	1.0	1.2	1.3	1.7
1.0	1.8	2.0	2.1	2.6
1.5	2.3	2.5	2.7	<b>3.1</b>
2.0	2.8	3.0	<b>3.2</b>	<b>3.6</b>

斜体文字部は送信時間制限を超えるため16バイトを送信できない

伝送データ 256バイト送信時の送信時間(秒)

間欠周期(秒)	4800bps		2400bps	
	3チャンネル使用時	5チャンネル使用時	3チャンネル使用時	5チャンネル使用時
0(連続)	1.3	1.5	2.5	2.8
0.5	1.8	2.0	3.0	<b>3.3</b>
1.0	2.6	2.8	<b>3.8</b>	<b>4.2</b>

斜体文字部は送信時間制限を超えるため256バイトを送信できない

( 1 0 ) システムの全体構成

無線システム内では、各機器が備えるシステム識別符号、通信チャンネルグループ・チャンネル数、スクランブル符号を共通とする。一斉同報通信を用いれば同じ無線システム内の機器で同時受信ができる。

機器識別符号の下位3ビットが共通するグループを同報グループとする。グループ同報通信を用いれば指定した同報グループ内の機器で同時受信ができる。

無線機器は、各機器が備える機器識別符号は機器毎に異なる。また受信周期は個々の機器毎に異ならせることができる。個別通信を用いれば指定した機器でのみ受信ができる。

### 3.4.4 レイヤ3

#### (1) 個別通信

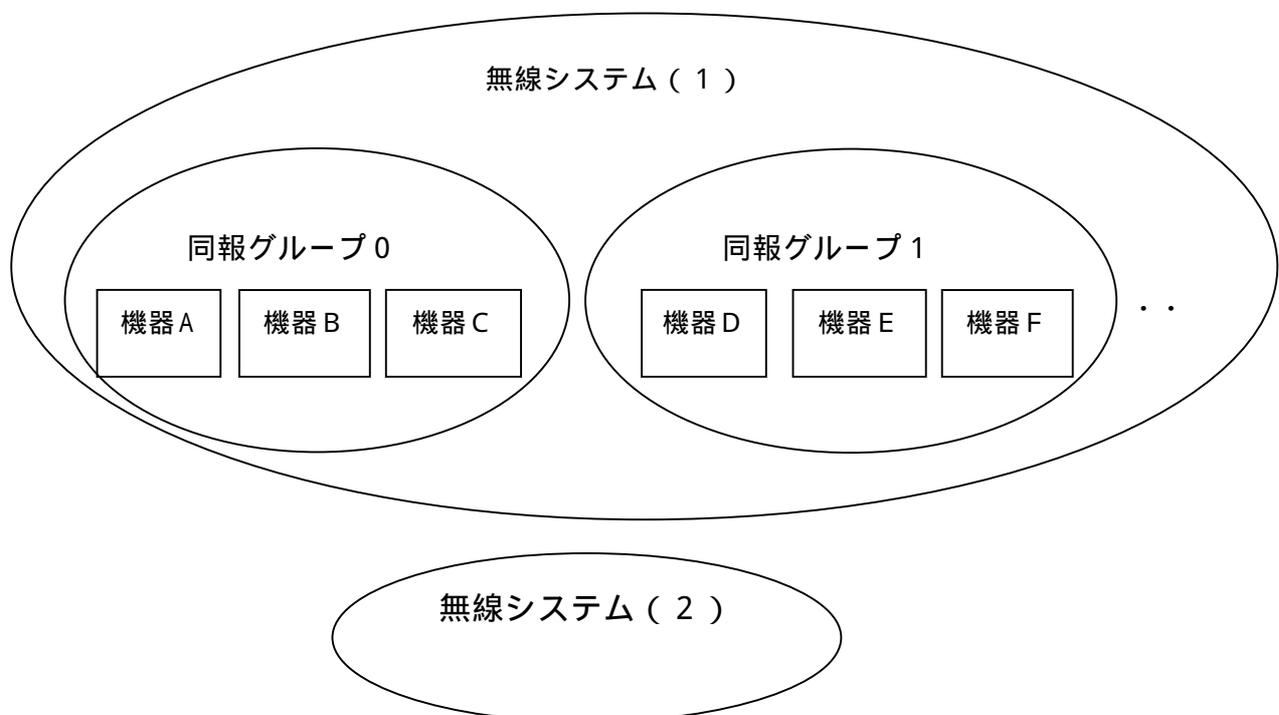
##### (A) 基本手順

以下に示す手順のうち、「ACKあり」及び「リンク接続あり」はオプションである。

発呼局1、被呼局1の1対1で行う通信を個別通信という。基本的な通信手順を図3.1に示す。

図中の上位とは、通信レイヤ上において下位通信ソフトウェアより上位の部分を指す。これは主にECHONET通信ミドルウェア以上に相当する部分である。また、無線通信区間中の電文に記載した番号((1)(2)~)は、電文番号(3.4.3参照)を示している。電文番号は一例である。

送信する電文は上位で作成する。発呼局側の小電力無線部は、作成された電文を送信要求(a)にしたがって送出し(図中の(1)情報伝送)、送出が成功したかどうかを上位に通知する((b)送信通知)。

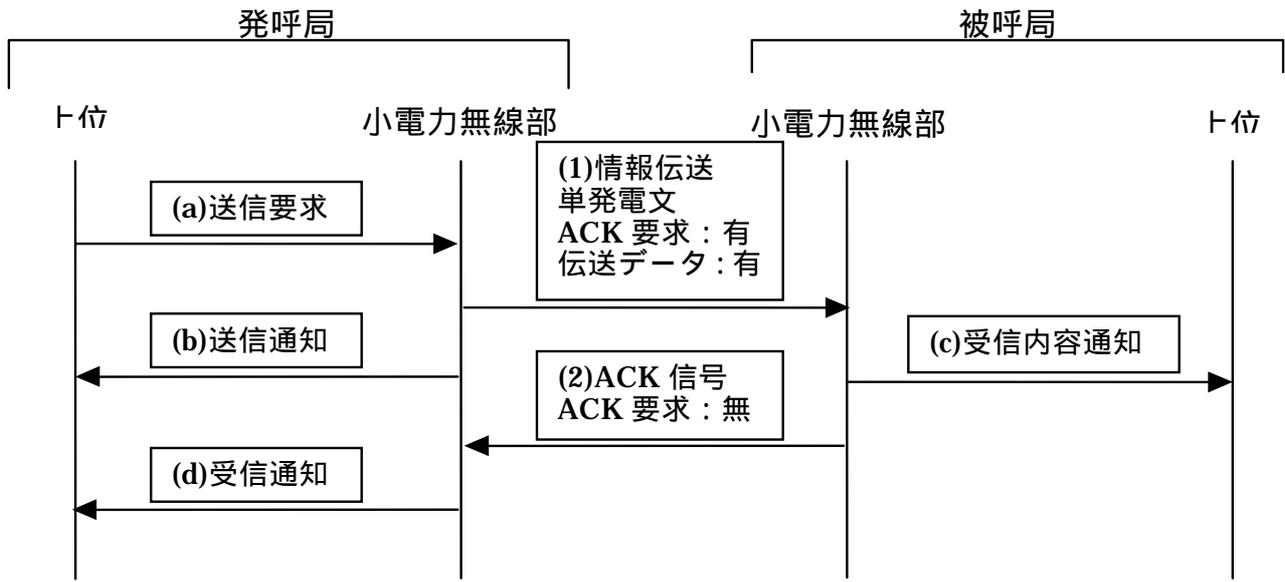


被呼局側の小電力無線部は送出された信号を正しく受信すると、受信内容を上位に伝える( (c)受信内容通知 )とともに、ACK信号を発呼局へ送出する((2) ACK信号)。図では(c)受信内容通知を行ってから(2)ACK信号を送出しているがその逆順でもよい。

発呼局側は、被呼局側から送信されたACK信号を受信し、(d)受信通知を上位にあげ、被呼局側が電文を受信したことを上位に伝える。

なお、発呼局から送信された電文( (1)情報伝送 )には、フレーム同期3が含まれており、受信側でのACK信号準備の間、チャンネルが確保されている( 3 . 4 . 2 参照 )。ACK信号返信のための送信動作は、発呼局から送信された電文(1)と同じチャンネルを優先してキャリアセンスし送信する。

以上のような手順により1回の電文送信が完了する。



通信の一例を示している。

図3.1 基本通信手順

(B) リンク接続

発呼局1、被呼局1の1対1で行う通信で、連続した複数回の通信を行うときは、通信の効率をあげるために発呼局と被呼局の間でリンク確立を行うことを可能とする。ここでリンク確立とは、小電力無線部で(1)通信相手を固定し、(2)間欠受信待ち受け時には連続受信待ち受けに切り替える処理のことである。

特に、間欠受信待ち受けを行う場合、基本手順の電文は繰り返し送信部の回数が多く電文長が長くなる。リンク確立を行うと繰り返し送信部の回数を最小とすることができる。

リンク確立にあたって、発呼局と被呼局とのあいだでリンク接続を行う。図3.2にリンク接続時の通信手順を示す。

図の無線通信区間中の電文に書かれている「リンク接続：有」「ACK要求：無」等は、データ2内の制御コード2中のフラグ情報を短縮して記載したものである。例えば、「リンク接続：有」は「制御コード2中で、無線リンクの接続要求を示すフラグが要求有りに設定されている」ことを示し、「ACK要求：無」は「制御コード2中で、ACK信号の送信要求を示すフラグが要求無しに設定されている」ことを示している。

「伝送データ：無」とは、1ブロック電文長が“0x00”の伝送である。

(3.4.3項参照)

図3.2に示すように、リンク接続電文(1)に対してACK信号返信は行わ

ない。通常リンク確立後、発呼側から図3.3に示す通信手順で情報伝送が行われる。

(C) リンク確立中

リンク確立中は、(A)基本手順で示した手順にしたがって通信を行う。リンク確立中の通信手順を図3.3に示す。

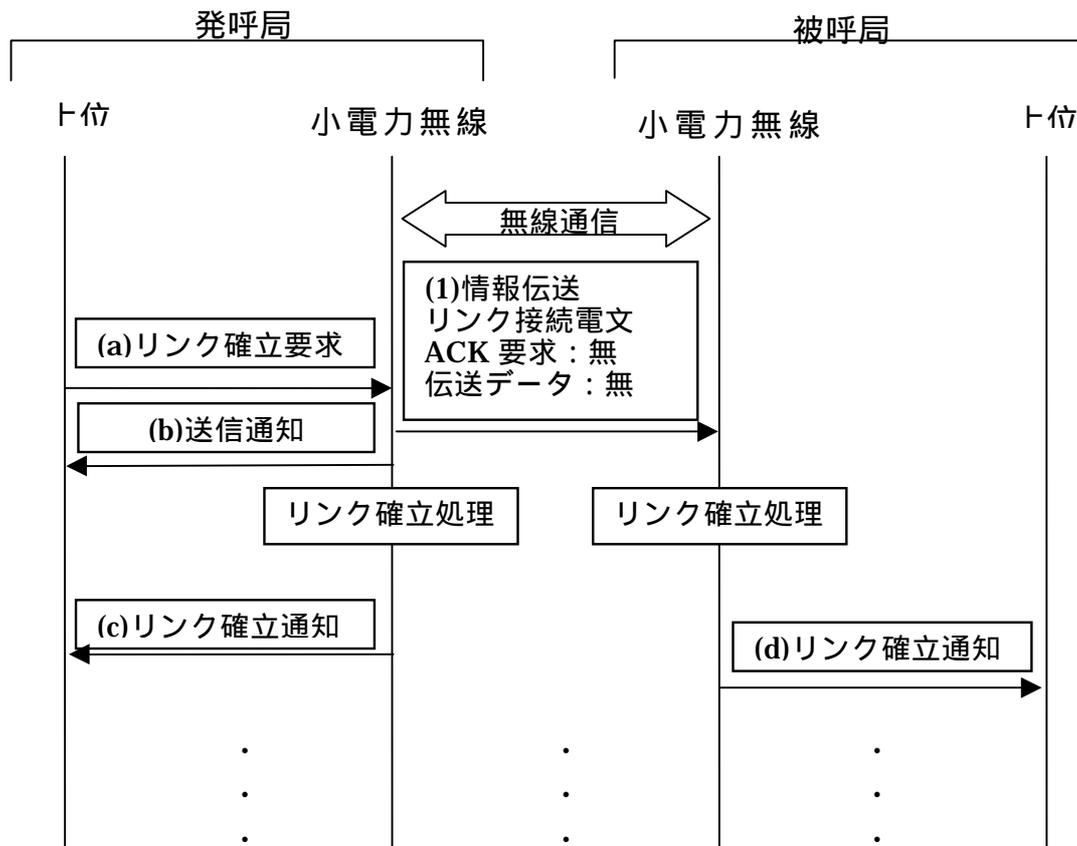
リンク確立中は連続受信待ち受けとなっているため効率的な通信が可能である。

(D) リンク切断

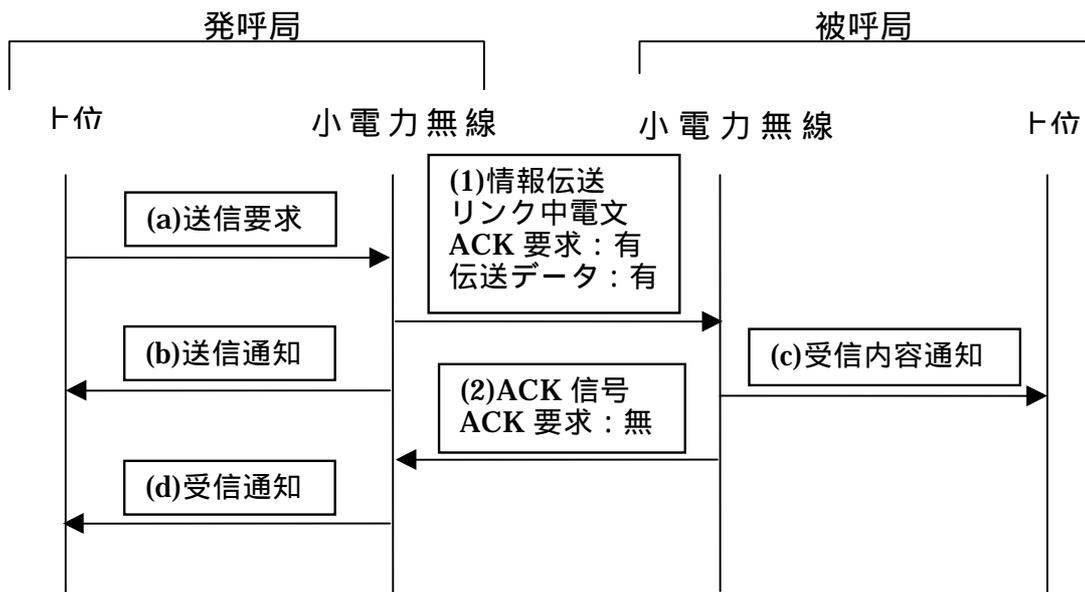
リンク確立を終了するとき、発呼局と被呼局とのあいだでリンク切断を行う。リンク切断時の通信手順を図3.4に示す。

リンク切断によって、小電力無線部は通信相手の固定を解除し、受信待ち受けの周期をリンク確立前の周期に戻す。

図3.2 リンク接続時の通信手順

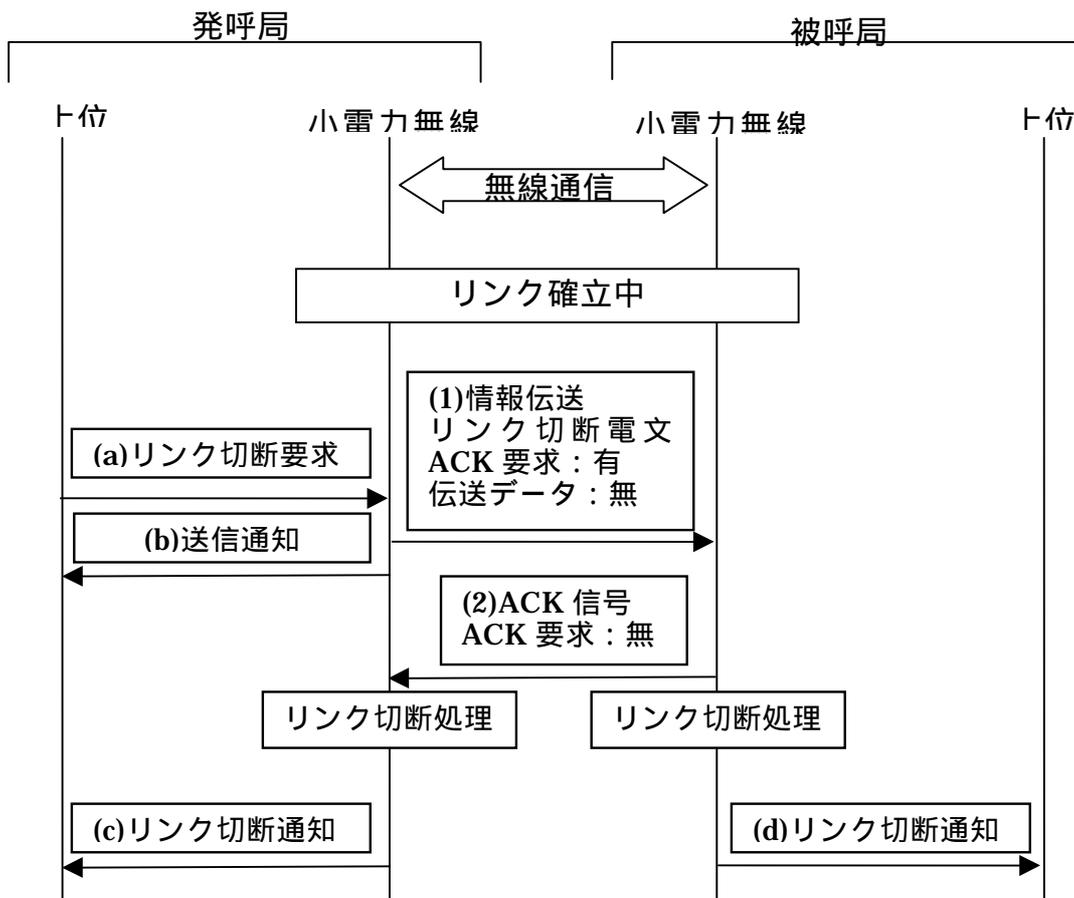


通信の一例を示している。



通信の一例を示している。

図3.3 リンク確立中の通信手順



通信の一例を示している。

図3.4 リンク切断時の通信手順

(2) 同報通信

発呼局1、被呼局Nの1対Nで行う通信を同報通信という。通信手順を図3.5に示す。

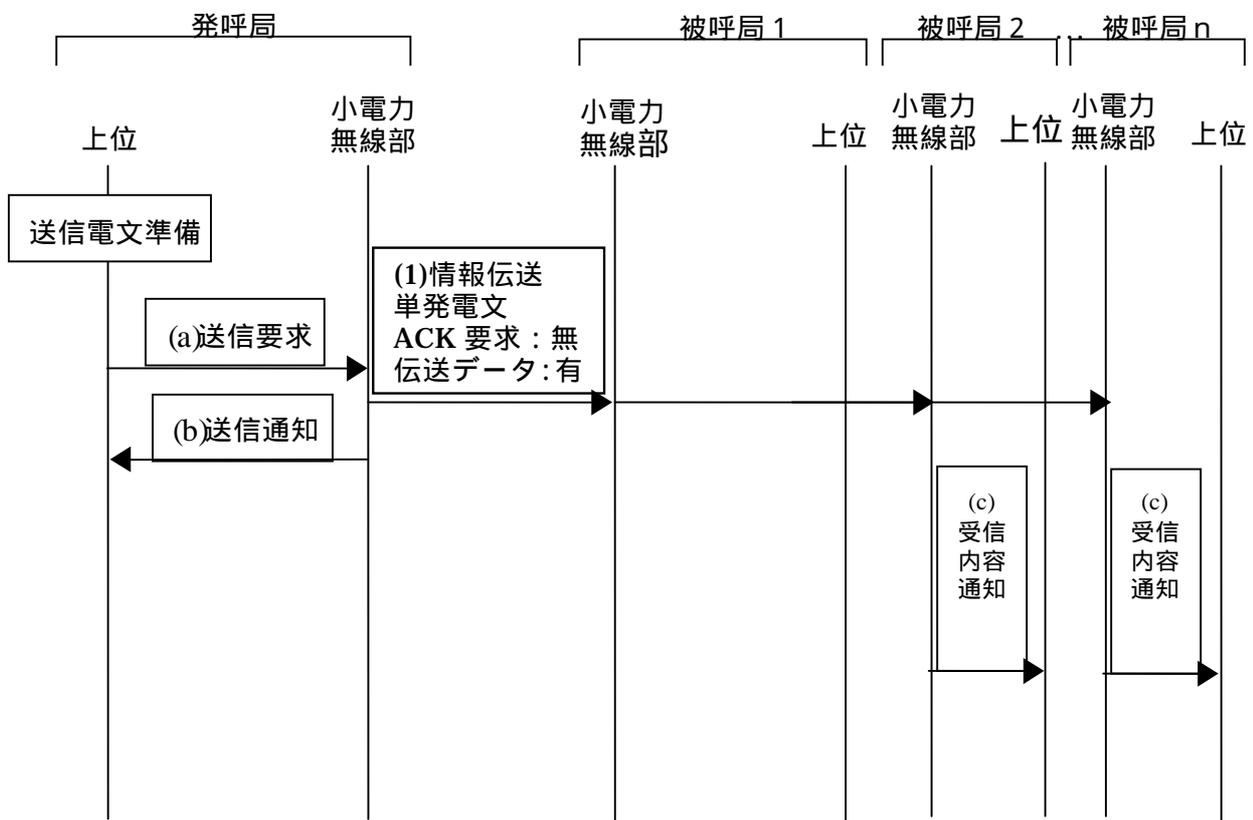
発呼局から送信される電文の制御コードは、次のように設定する。

制御コード1：

通信相手区分：同報通信

制御コード2：

A C K信号の送信要求を示すフラグ：なし



通信の一例を示している。

図3.5 同報通信

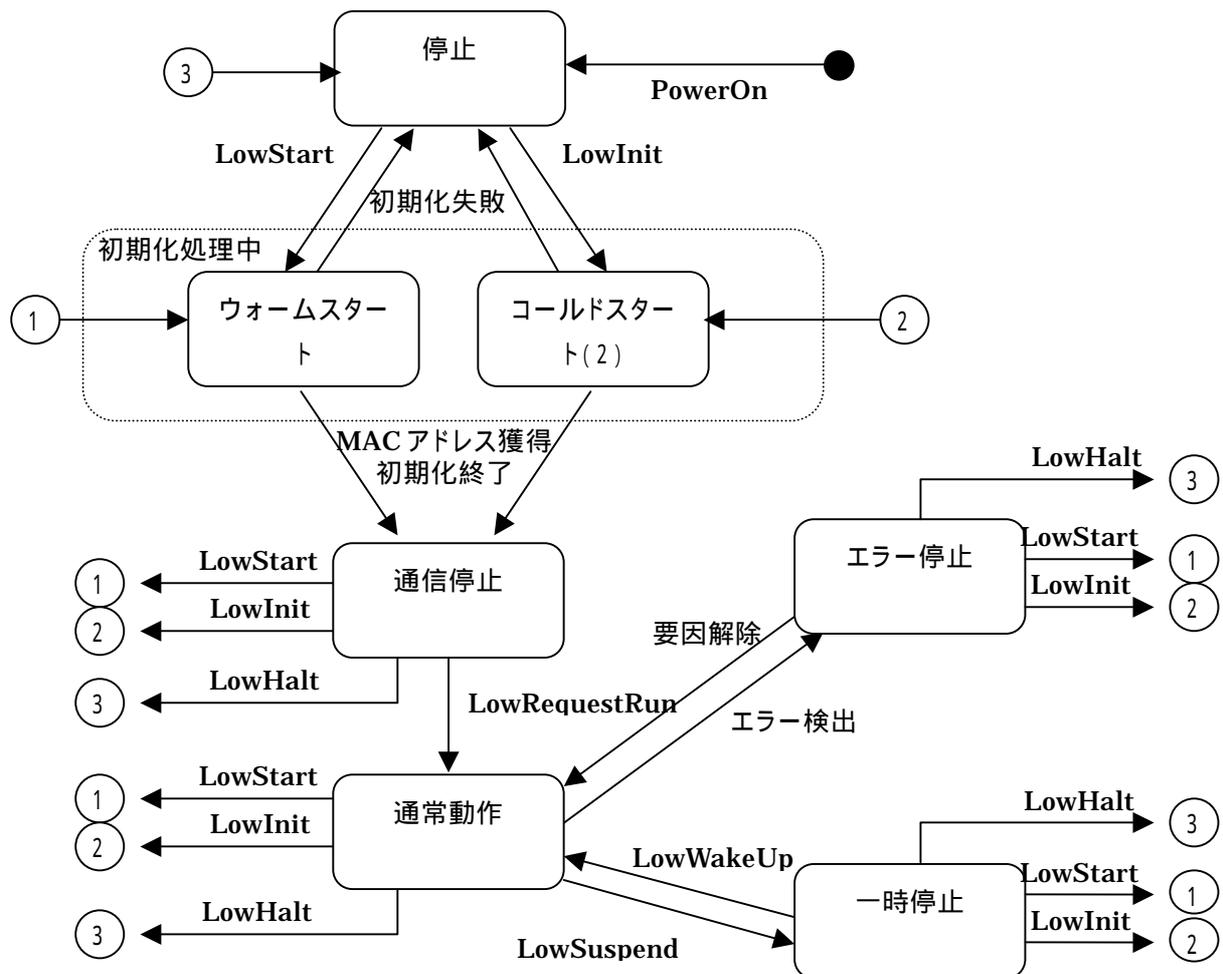
### 3.5 基本シーケンス

#### 3.5.1 基本的な考え方

本節では個別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
- 初期化処理中状態
- 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

なお、各状態の状態遷移図を下図に示す。



### 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う。
- (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  
初期化処理指示サービス (LowStart、LowInit) 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、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。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  
トランシーバの初期化を行う。  
サブネット内でユニークな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MACアドレスで取得開始を行う。
  - ・コールドスタートは保持しているMACアドレスを破棄してマスターノードから新規にMACアドレスを取得する動作を行う。保持している無線システム識別符号は変更しない。  
無線システム識別符号を取得する。
- (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\_INIT 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うためのトリガを示す。

- (1) 通信停止状態への遷移トリガ  
トランシーバの初期化、MACアドレスの取得、無線システム識別符号の取得完了により遷移する。
- (2) 停止状態への遷移トリガ  
初期化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)  
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うためのトリガを示す。

- (1) 初期化処理状態への遷移トリガ  
初期化処理指示サービス (LowStart, LowInit) により遷移する。

(2) 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。

(3) 停止状態への遷移トリガ

終了サービス (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)  
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うためのトリガを示す。

- (1) 停止状態への遷移トリガ  
終了サービス (LowHalt) により遷移する。
- (2) 初期化処理中状態への遷移トリガ  
初期化処理指示サービス (LowStart, LowInit) により遷移する。
- (3) エラー停止状態への遷移トリガ  
エラーの発生により遷移する。

- (4) 一次停止状態への遷移トリガ  
一次停止サービス (LowSuspend) 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  
エラー処理を行う。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_SUSPEND 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うためのトリガを示す。

- (1) 停止状態への遷移トリガ  
終了サービス (LowHalt) により遷移する。
- (2) 初期化処理中状態への遷移トリガ  
初期化処理指示サービス (LowStart, LowInit) 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。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_SUSPEND 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うためのトリガを示す。

- (1) 停止状態への遷移トリガ  
終了サービス (LowHalt) により遷移する。
- (2) 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。
- (3) 初期化処理中状態への遷移トリガ  
初期化処理指示サービス (LowStart, LowInit) により遷移する。

## 第4章 拡張 HBS 通信プロトコル仕様

### 4.1 方式概要

ECHONET の伝送メディアとしてのペア線用の拡張 HBS 通信プロトコルについて規定する。本媒体に用いる通信プロトコルとしては、既に、日本電子機械工業会 (EIAJ : 現 JEITA ; 2000年1月1日に JEIDA と統合され発足) において、1988年に「ET-2101 ホームバスシステム (HBS)」として規格制定されており、その後も、1990年1月に「ET-2012 ホームバスシステムの AVC サービスに関するアドレス及びコマンド」、1990年11月に「ET-2101-1 ホームバスシステム (追補)」というように、追加規格制定されている。この EIAJ による規格では、伝送メディアとしては、「ツイストペア線」と「同軸ケーブル」を規定している。

ECHONET においては、過去に制定された規格で有効なものがあれば、それを適用できる範囲は適用することを基本方針としている。上記 EIAJ の規格は、OSI の通信レイヤ構成でいけば、レイヤ 1 ~ 7 まで全てを含むものであり、さらに、設備系の制御用チャネル以外に AV 系の映像や音声等を伝送する複数の情報チャネルまで含めたものであるが、今回、その下位レイヤ (レイヤ 1 ~ 3) 部分及び、制御用チャネル上の規定、及びレイヤ 7 部分の規定の一部を、ECHONET におけるペア線のプロトコルとして採用することとした。

但し、ET-2101 の規格は、CT 系や AVC 系との共存も規定した下位媒体の仕様 (具体的例としては、ツイストペア線を 4 組み実装するか、コネクタとしてその前提の 8 ピンモジュラージャック等) であり、実際に設備系に特化してシステム構築する場合には、オーバースペックの部分もあった。ECHONET 規格として導入するに際して、そうしたオーバースペック部分については、問題無範囲で、新たに規定を加えることとし、また不足している部分については、追加規定した。

本章の以下の節は、ET-2101 の規格書から対象となる部分を抜粋・追加する形で構成し、規定した。ET-2101 との主な相違点を、以下に列挙する。

- (1) ツイストペア線の媒体対数として、1 対も認めることとした。
- (2) 情報コンセント形状として、8 ピンモジュラージャック以外に、1 対用のねじ止めの規定を新たに追加した。
- (3) 伝送距離 (ケーブル長) を、ペア線については、最大 1km までも許すこととし、その関連の信号レベル等、規定を追加した。
- (4) コマンドの規定 (レイヤ 7 部分) を含め、データ領域の規定を、拡張 HBS として新たに規定した。但し、基本思想は、ET-2101 の規定をできる限り踏襲した。
- (5) アドレスの重複検出に関して、新たに規定を追加した。

## 4.2 機械・物理特性

拡張HBSの機械・物理仕様として以下の6項目を規定するが、3),5)の仕様については EIAJET-2101 (HBS規格)を100%適用する。本節の以下の項で、それぞれの規定を示す。

注)ET-2101規格との主な相違点

- 1)ペア線の規定において、1対も認める規定とした。
  - 2)中小ピルまでを考慮し、最大長を1kmまで認める規定とした。
  - 5)ペア線の芯数の規定の追加に伴い、追加した分の情報コンセントに関する規定を追加した。
- 1)伝送媒体及び芯数  
・ET-2101規格「3.1.1 伝送媒体及び芯数」を適用し、一部追加規定。  
・「5.2.1 伝送媒体及び芯数」にて詳細規定。
  - 2)ケーブル長  
・ET-2101規格「3.1.2 ケーブル長」を適用し、一部追加規定。  
・「5.2.2 ケーブル長」にて詳細規定。
  - 3)トポロジー  
・ET-2101規格「3.1.3 トポロジー」を適用。
  - 4)情報コンセントの形状(信号との対応含む)  
・ET-2101規格「3.1.4 情報コンセントの形状」,「3.1.6 情報コンセントと信号との対応」を適用し、一部追加規定。  
・「5.2.3 情報コンセントの形状(信号との対応含む)」にて詳細規定。
  - 5)情報コンセント数  
・ET-2101規格「3.1.5 情報コンセント数」を適用。

#### 4.2.1 伝送媒体及び伝送対数

- (1)線の種類 ツイストペア線とする。  
(2)対数 1対(HBSの場合は 制御用1対,情報用3対)

#### 4.2.2 ケーブル長

1クラスタあたり最大1 kmとする。但し、使用する線径については、以下のように規定する。

ツイストペア線 ケーブル長	最大1 km 但し、200m以下の時、線径0.65mm 200mを超え1 km以下の時、線径1.2mm
---------------	---

#### 4.2.3 トポロジー

バス方式とする。

#### 4.2.4 端末の接続台数

ケーブル長200mの時 1クラスタあたり最大64台。  
ケーブル長200mを超え1 km以下の時 1クラスタあたり最大128台。1システムで論理的に最大256台とする。

#### 4.2.5 情報コンセントの形状(信号との対応含む)

ET2101規格「3.14 情報コンセントの形状」,「3.16 情報コンセントと信号との対応」を適用。ツイストペア線1対の場合、ねじ止めも認めることとする。

#### 4.2.6 情報コンセントと信号との対応

ET2101規格「3.16 情報コンセントと信号との対応」を適用する。

### 4.3 電気特性

「制御チャネル用ケーブルの負荷抵抗」を除き、ET-2101規格「3.2 電気特性」を適用する。ここでは追加規定する「制御チャネル用ケーブルの負荷抵抗」について、本章「4.2.2 ケーブル長」で規定した線径に対応する仕様を追加規定する。

#### 4.3.1 ケーブルの特性インピーダンス

線径0.65mmの短芯線の場合	300
線径1.2mmの短芯線の場合	150
公称断面積0.75mm <sup>2</sup> のより線の場合	200

但し、線径1.2mm及び公称断面積0.75mm<sup>2</sup>のものは、200m以上1km以下の伝送距離の場合となる。

#### 4.3.2 制御チャネル用ケーブルの負荷抵抗

ケーブルに負荷する抵抗の処理方法は、次のとおりとする。

なお、負荷抵抗には給電を考慮して直列にコンデンサを接続し、直流分をカットすること。

(1) ケーブル長が200m以下の場合

終端それぞれ75Ω、又は負荷抵抗として39Ωを接続

(2) ケーブル長が200mを超え1000m以下の場合

両端それぞれ100Ωを接続

#### 4.3.3 制御信号の伝送速度

9600bps ± 0.13%

### 4.3.4 制御信号の伝送方式及び伝送波形

- (1) 伝送方式 : ベースバンド伝送  
 (2) 伝送波形 : 図4.1に示すAMI (Alternate Mark Inversion) で、デューティレシオ50%の負論理とする。  
 なお、各バイトのスタートビットは衝突検出のため0 (+)側から送付すること。

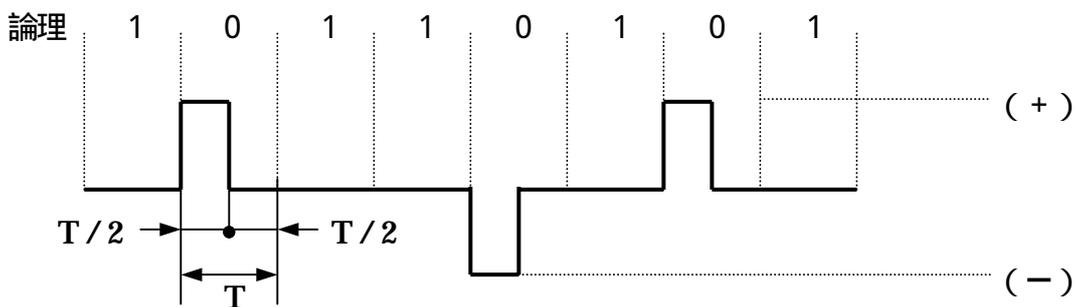


図4.1 制御信号の伝送波形

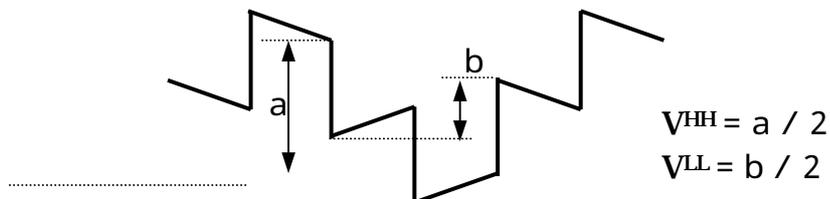
### 4.3.5 制御信号の送受信レベル

制御信号の送受信レベルは、表4.1のとおりとする。

表4.1 制御信号の送受信レベル

論理	受信レベル	送信レベル
1	$V_{LL} = 0.6V$ 以下	$V_{LL} = 0.6V$ 以下
0	$V_{HH} = 1.4V$ 以上	$V_{HH} = 2.5V$ 以上

注電圧は、ケーブル上の制御信号レベルである。



#### 4.3.6 接続する端末のインピーダンス及び給電電圧

- (1)入力インピーダンス 周波数5kHzの場合 10k 以上。
- (2)出力インピーダンス 周波数5kHzの場合 40 以下

備考 給電する場合を考慮して、コンデンサを直列接続する必要があり、この直流カット用コンデンサを含んだ値とする。

#### 4.3.7 制御チャネルの給電電圧

給電を許容。給電電圧 最大DC3.6Vとする。

## 4.4 論理仕様 (レイヤ1仕様)

本節では、ペア線通信プロトコルのレイヤ1の論理仕様を規定する。  
レイヤ1の論理仕様として、以下の8項目を規定し、それらはすべてEIAJ ET2101 (HBS規格)を100%適用する。以下、仕様概要を示す。(詳細は ET2101 参照)

- 1) 制御方式
- 2) 同期方式
- 3) 制御信号の基本フォーマット
- 4) 休止時間 休止期間
- 5) パケットの優先
- 6) 衝突検出手順
- 7) 同期回復手順
- 8) 短電文割り込み手順

### 4.4.1 制御方式

勝ち残り方式のCSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) とする。

### 4.4.2 同期方式

調歩同期とし、構成は次の通り。

- |               |   |
|---------------|---|
| (1) キャラクタ構成   | : 11ビット構成とし、スタートビット(1ビット)、データ(8ビット)、パリティ(1ビット)、ストップビット(1ビット)で構成する。なお、パリティは偶数パリティとする。(図5.2 参照) |
| (2) スタートビット送出 | : (+)側  |
| (3) データ送出     | : LSB ファースト(負論理)  |
| (4) パリティ      | : 偶数パリティ  |
| (5) キャラクタ間隔   | : ストップビットと次キャラクタ間をあけぬ。  |

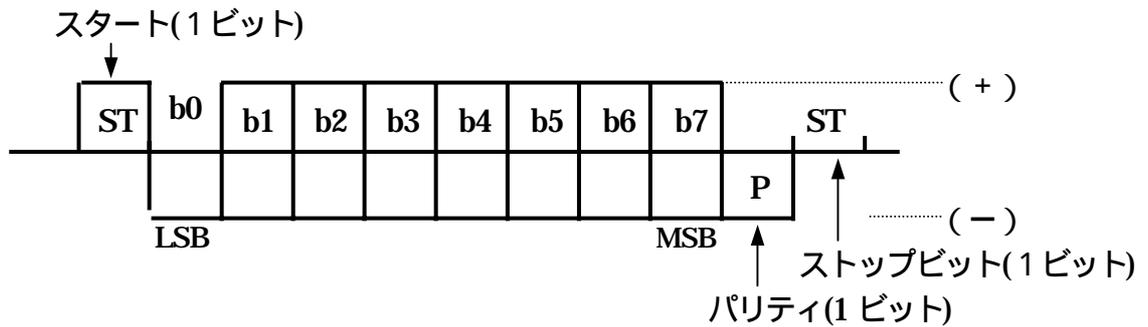


図4.2 キャラクタ構成

#### 4.4.3 制御信号の基本フォーマット

制御信号の基本フォーマットを図4.3に示す。

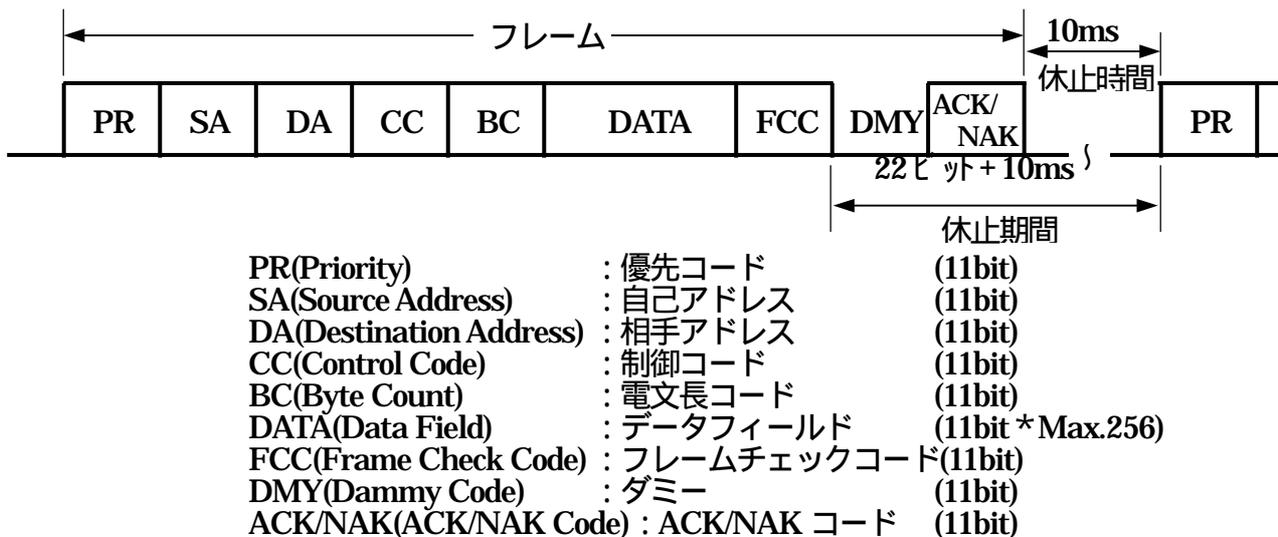


図4.3 制御信号の基本フォーマット

#### 4.4.4 休止時間、休止期間

- (1) 休止時間 : ACK / NAK のストップビットの終わりから 10ms(96 ビット時間)とする。
- (2) 休止期間 : チェックコードのストップビットの終わりから 10ms + 22 ビットの時間とする。

注 新たに送信しようとする端末は、バス上の休止時間を監視したのち、同期回復手順に従い、電文の送出を行う。

#### 4.4.5 パケットの優先

パケットの優先は、優先コードPRと自己アドレスSAの競合により行う。  
 優先コードのビット構成を図4.4に示す。(詳細は、ET2101「3.3.5 優先コード」参照)

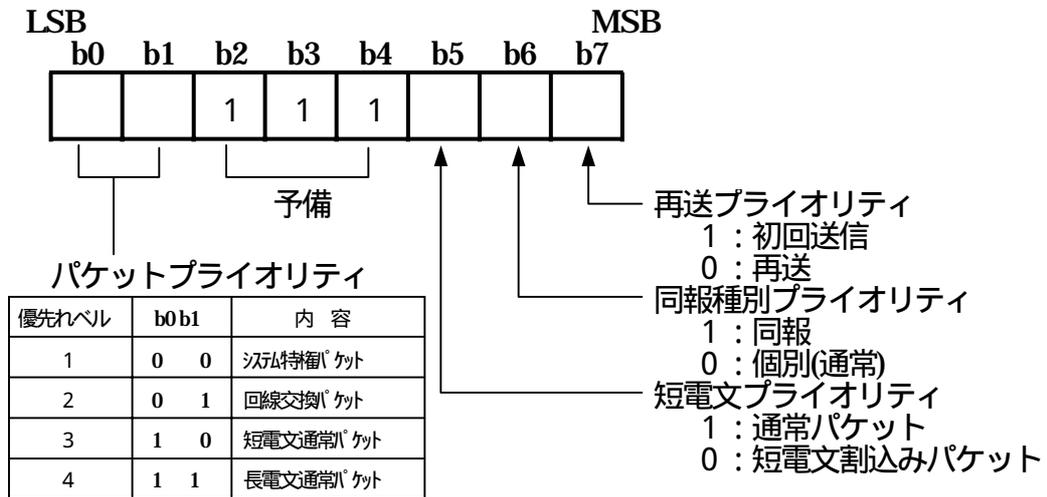


図4.4 優先コードビット割付け

#### 4.4.6 衝突検出手順

以下の手順で、衝突検出を行い、勝ち残りパケットを決定する。(具体例等詳細は、ET2101「3.3.6 競合でのビット照合と衝突検出」参照)

- (1) 送信する端末は、各ビット毎に送信データと受信データを照合(ビット照合)する。
- (2) ビット単位で、送信データと受信データとの不一致を検出した時(衝突検出時)には、直ちに送信を中止し、受信に移る。その後、送信が可能になってから再度送信する(この時、再送関連のフラグの変更は行わない)。
- (3) 論理0のビットデータは、論理1のビットデータより優先する。
- (4) 優先コード及び自己アドレス部の競合により、優先順位の低い端末が生き残る。
- (5) 衝突の検出は、各ビットの開始時刻から45.5 μs経過時点で行う。  
 (HBSの場合は、26 μs経過時点で行う。)
- (6) バスアイドル時の衝突をできるだけ少なくし、また衝突が生じたときは衝突の検出が確実にできるように、チャネル空き確認から送信開始までの最遅時間(Td)を送信待ち時間として定義し、

50%AMI においては、Td はスタートビットの立ち上がりから 40  $\mu$ s 以下とする。

#### 4.4.7 同期回復手順

以下の手順で、複数IFU間の同期を回復する。(図等詳細は ET2101「3.3.7 同期回復手順」参照)

- (1) 同期回復 : 休止時間の終了から TF 時間(同期回復監視時間)前からバスを監視
- (2) 同期回復監視時間(TF) : 2ビット相当時間(=1/9600  $\times$  2  $\mu$ s)
- (3) 受信 : 電文の終了から(10ms - TF)時間経過後から、受信可能な状態に入る。
- (4) 送信 : TFの期間に、他の端末が送信を開始した場合は、これに同期して送信を開始する。  
TFの期間に、他の端末が送信を開始しない場合は、休止時間(10ms)後に送信する。電文の終了から(10ms - TF)時間の間は、送信は禁止する。
- (5) 送信遅延許容時間(Td) : 同期回復監視時間(TF)内に、他の端末が送信を開始してからこれに同期して送信を開始するまで、及びチャネル空さを確認してから送信開始までの遅延時間。  
スタートビットの立ち上がりから1/8ビット時刻(13  $\mu$ s)以下。

#### 4.4.8 短電文割り込み手順

短電文割り込みの手順は、次の通り。

- (1) 長電文フレーム送信中に短電文フレームの送信要求が出た場合、長電文のデータフィールド中に割り込みをかけることを可能とする。
- (2) ブレーク信号としては、長電文のストップビットに同期して「論理0(+)」を送出する。ただし、ブレーク信号の送出手は、送信遅延許容時間(Td)以内とする。
- (3) ブレーク可能期間は、長電文フレームの電文長コードBCの終了からチェックコードFCCの開始までの期間である。
- (4) ブレーク後の処理は、長電文通信を行っている送信側端末及び受信側端末が、ブレーク信号を検出するとすぐ、送受信処理を停止し、ブレーク信号の終わりから休止期間(10ms + 22ビット)に入る。
- (5) ブレーク信号を送出した短電文フレームの送信要求のある端末は、休止期間の後に短電文フレームを送出する。

(6) ブレーク信号により長電文の送出手を停止した端末は、休止時間の後に、制御コードの再送回数のカウントアップを行わずに、ブレークされた長電文フレームを再度送出する。

(7) 休止期間の後、短電文フレームと長電文フレームとが同じに送出されるが、優先コードのプライオリティビットでの競争により、短電文フレームが優先して送出される。

競争により勝ち残った短電文フレームの送信終了後、休止期間又は休止期間後に再度長電文フレームを送出する。

## 4.5 論理仕様 (レイヤ2仕様)

レイヤ2仕様として、以下の8項目を規定するが、2), 6), 7)の仕様については EIAJ ET-2101 (HBS規格)を100%適用する。

注)規格との主な相違点

- 1) ルータのアドレス領域の仕様を助規規定する。
- 3) ECHONET に適用する場合のビット指定を規定する。
- 4) 短電文として規定するサイズを、16バイトから32バイトに変更規定する。
- 5) 下位伝送メディアでの立ち上げやメンテ用コマンド利用時の仕様を規定する。
- 8) 誤り検出内容、及び、NAK符号を助規規定する。

- 1) アドレス
- 2) 同報 一斉同報 グレープ同報
- 3) 制御コード
- 4) 電文長コード
- 5) データ領域
- 6) チェックコード
- 7) ダミー
- 8) 誤り検出及び誤り制御

### 4.5.1 アドレス

自己アドレス (SA) 相手先アドレス (DA) のサイズは、1バイトとし、表4.2 のアドレスコード割り当て表に準拠する。

アドレスのコードの優先順位は、下位4ビットも上位4ビットと同様の衝突時の優先順位を持つ。また、ビット送信は下位ビットからであることから、下位4ビットが上位4ビットに優先する。

表4.2 アドレスコード割り当て表

上位4ビット / 下位4ビット	0,8,4,C,2,A,6,E,1,9,5,D,3,B,7,F (左から衝突時の優先順)
0	ルータ, GW 用
8, 4, C	セキュリティ機器用
その他	上記以外の機器用

### 4.5.2 同報、一斉同報、グループ同報

同報は、次の手順で行い、その場合のアドレスコードは図4.5による。

(1) 一斉同報(伝送路に接続されている全端末に対する送信)の場合

・優先コード(PR)のb6を1とし、相手アドレス(DA)の全ビットを1として、全てのグループを指定することにより行う。

(2) グループ同報(一部のアドレスグループに対する送信)の場合

・優先コード(PR)のb6を1とし、相手アドレス(DA)の各ビットで規定(図4.5参照)するグループ(0~7)を指定することにより行う。

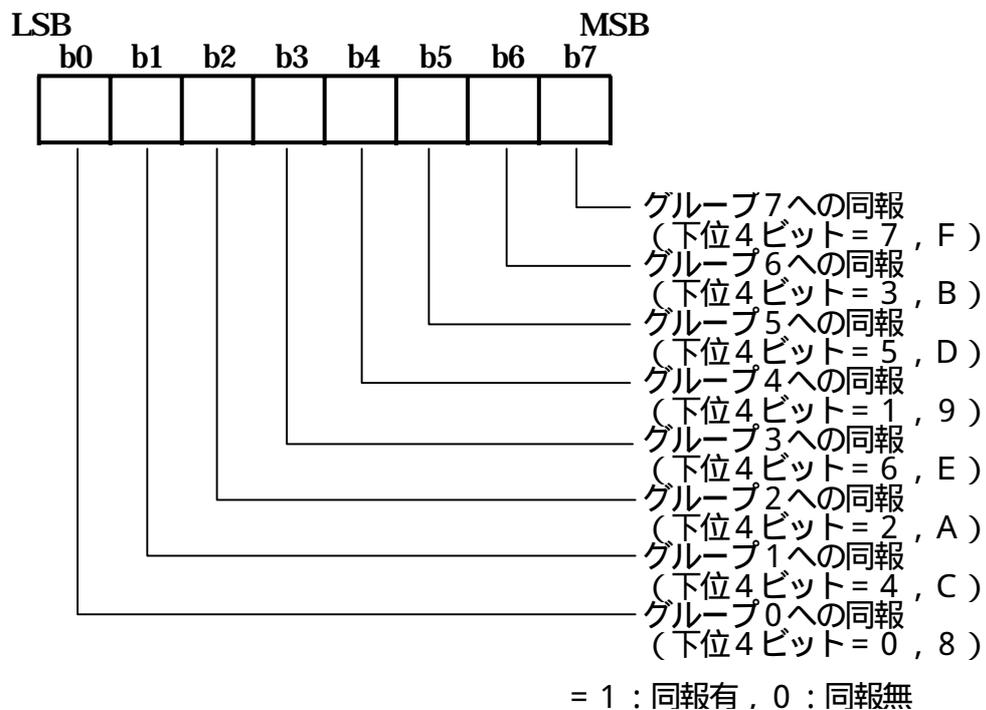


図4.5 グループ同報のビット指定

### 4.5.3 制御コード

制御コードの割り当ては、図4.6による。今回、ET2101において、プロトコル拡張用に規定されていたビット(b2~b5)を、プロトコル指定用として位置付け、DATA領域にECHONET電文と拡張HBS電文を設定できるように規定する。

拡張HBS電文指定のものは、個別下位通信インタフェースへ渡らな電文(拡張HBSとして処理する電文)とし、ECHONET(V1.0)指定のものは、個別下位通信インタフェースを介して、ECHONET通信ミドルウェアまで上がる電文とする。b0, b1, b6, b7の詳細規定については、ET2101「3.3.11

制御コード(CC)参照

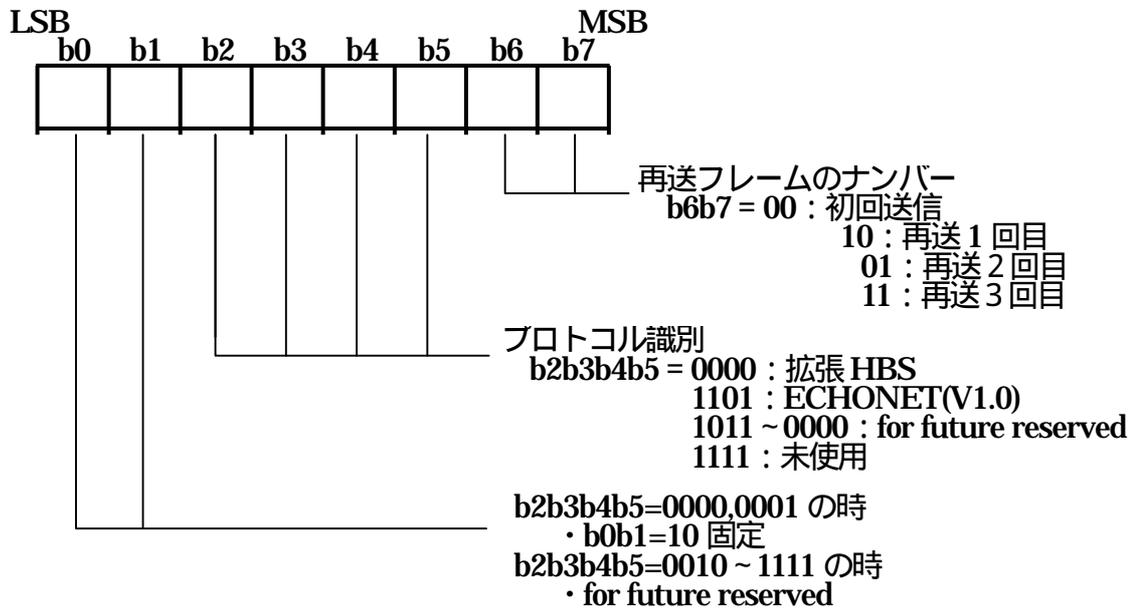


図4.6 制御コードのビット割り当て

4.5.4 電文長コード

電文長コードは、データフィールドのキャラクタ数を示す。電文長コードx'01' ~ x'FF'は、1~255キャラクタを示し、電文長コードx'00'は、256キャラクタを示す。  
 本拡張HBS規格においては、短電文としてデータフィールド長が32キャラクタ以下のものを規定し、それ以外を長電文とする。

4.5.5 データ領域

データ領域の構成は、制御コードのb2~b5の値によって異なる。本規格で規定するのは、拡張HBS仕様指定(コントロールコードのb2:b3:b4:b5=1:1:1:0指定)の場合と、ECHONET(V1.0)指定(コントロールコードのb2:b3:b4:b5=1:1:0:1指定)の場合である。  
 ECHONET仕様指定の場合のデータ領域は、通信ミドルウェア仕様(第2部参照)で規定される電文構成を取る。拡張HBS仕様指定の場合のデータ領域構成を、図4.7に示す。

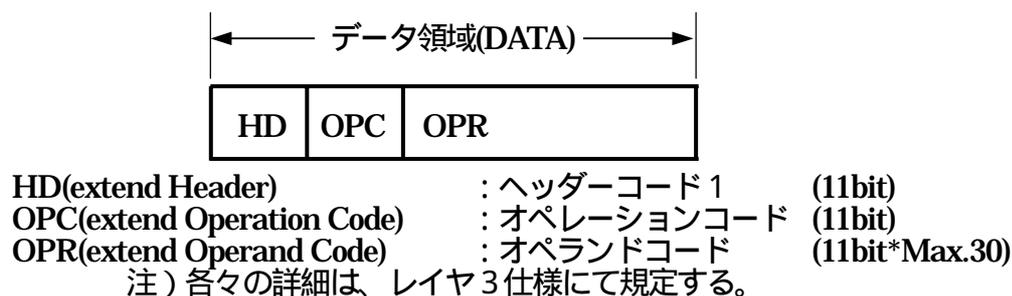


図4.7 拡張 HBS 指定時データ領域構成

#### 4.5.6 チェックコード

フレームの伝送エラー検出のために、自己アドレスからデータ領域の最後のキャラクタまでの和の2の補数の値としてフレームの最後に送る。ただし、チェックコードは前記計算による下位1バイトの値をとる。

#### 4.5.7 ダミーコード

ダミーコードは、誤りチェックの計算時間として1キャラクタ割り当てる。この期間は、バスアイドルの状態であり、電文又はキャラクタが存在しない。受信機器は、この期間内に受信フレームのチェックコードの計算を行い、11ビット経過後に1バイト応答の処理を行う。

#### 4.5.8 誤り検出及び誤り制御 (ACK/NAK 応答)

「誤り検出」は、フレームの伝送上でのデータ欠けやデータ落ちによる伝送エラーの検出のために、バイト毎にパリティを1ビット、フレーム全体としてはチェックコードを1バイト設けることにより受信したフレームの信頼性を高めるために実施する。パリティは隣数パリティとする。  
ACK/NAK 応答の処理は、次のとおりとする。

- (1) 自己宛ての電文であって、一斉又は同報でないものについて、ダミーコードの後に ACK/NAK のコードを1バイト応答として送る。但し、下記に示すアドレス重複検出時は、自己宛ての電文でなくてもACK/NAK のコードとしてアドレス重複を示すコードを送る。
- (2) 送信端末が受信端末に制御信号フレーム(優先コードPR からチェックコードFCC)を送り、受信端末側でこの信号フレームの誤り検出を行い、制御信号を正しく受信した場合、送信端末側にACK 信号を送る。
- (3) 正しく受信できなかった場合は、送信端末側にNAK 信号を送る。

- (4) 電文送信側では、同報以外の電文送信時に、ダミーの後にNAK 応答を受信した時は、休止期間の後にフレームの再送を行う。その際、制御ワードの再送フレームナンバー (b6, b7) を再送回数に応じて変更して再送を行う。なお、再送回数は、最大3回までとする。
- (5) ダミーの後に、ACK/NAK 符号以外の符号を受信した場合は全て、NAK とみなす。同報以外の電文送信時の無応答もNAK と同様に扱う。
- (6) アドレス重複検出時は、同報であってもアドレス重複を示すNAK 信号を送信する。
- (7) アドレス重複を示すNAK 信号を受信した際の送信端末側の処理は、レイヤ3仕様での基本シーケンスにて規定する。

ACK,NAK コード ACK :x'06'

NAK :x'15' (パリティエラー又はFCC エラー)

:x'00' (アドレス重複検出)

:x'11' (受信バッファ満杯)

:x'12' (端末(アプリケーション)故障)

上記4種類のNAK となるエラーが複合して検出された場合には、以下の優先でコードを決定して返送する。(以下、優先順)

x'15'      x'00'      x'11'      x'12'

(FCCエラーとアドレス重複検出が同じに発生した場合には、FCCエラーの優先を優先させることを示す。)

## 4.6 論理仕様 (レイヤ7仕様)

拡張HBSにおいてはサブスの規定等を守り行わない。拡張HBSはECHONET規格における下位の伝送メディアとしてペア線を規定することを目的としたものであり、上位のレイヤの処理はECHONET通信ミドルウェア部での処理として実現させるが、物理アドレスの設定及び下位伝送メディアのメンテナンスを考慮した仕様を、レイヤ7の仕様として規定する。

本節にて示す仕様は制御コード(CC)において、拡張HBS規格が選択された場合の電文(図4.7参照)内容及びそれら電文のシーケンスに関する規定であり、以下の項目について示す。

- 1)ヘッダーコード(HD)
- 2)コマンド(OPC, OPR)
- 3)通言シーケンス

### 4.6.1 ヘッダーコード (HD)

ヘッダーコードの割り当ては図4.8のとおりとする。

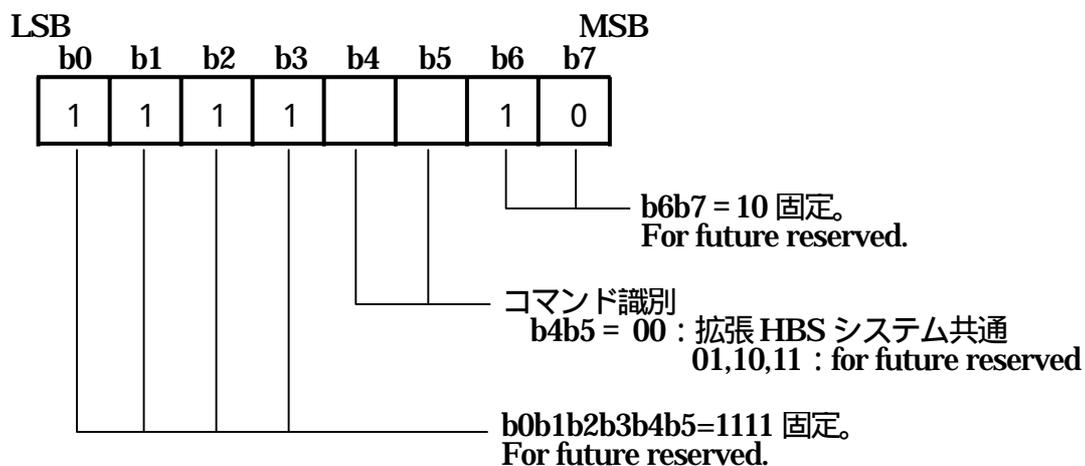


図4.8 ヘッダーコードのビット割り当て

## 4.6.2 システム共通コマンド

システム共通コマンドは、拡張HBSに接続される機器間で使用するコマンドとして規定する。

### (1) コマンドの基本形

- ・OPC (オペレーションコード)のみで構成
- ・OPC と OPR(オペラント)で構成

### (2) OPC(オペレーションコード)

OPCとして規定する領域は、上位4ビットが8~Fまでの128個とする。また、OPCコードは、OPRの有無により2種類に分かれる。

- ・上位4ビットが8, 9 : OPR無
- ・上位4ビットがA,B,C,D,E,F : OPR有

### (3) OPR(オペラントコード)

OPRコードとして取り得るコードの領域は、上位4ビットが0~7とする。OPC毎に、OPRのサイズや意味は異なる。

### (4) 必須, 自由採用の意味

- 送信元・必須 : 必ず送信しなければならない。
- 自由採用 : 送信しても、しなくてもよい。
- 受信元・必須 : 無視してはならない。(必ず処理する。)
- 自由採用 : 無視してもよい。

表4.3にOPCのコード割り当て表を示し、OPRも含めた各コマンドの詳細仕様を本章付録4.2に示す。

表4.3 OPCコード割り当て表

	8	9	A	B	C	D	E	F
0	例外		立上開始					
1			立上確認					
2		OK	立上完了					
3		NG						
4		ダミー						
5								
6								
7								
8			折返要求					
9			折返応答					
A			バジヨ要求					
B			バジヨ応答					
C	通静要求		メカ要求					
D	通静応答		メカ応答					
E	通静要求							
F	通静応答							

注) 網卦増分は for future reserved.

### 4.6.3 通信シーケンス

以下の2項目について、通信シーケンスを示す。

- 1) 基本通信シーケンス
- 2) 立ち上げ時通信シーケンス(物理アドレス取得PnPシーケンス)

#### (1) 基本通信シーケンス

以下のコマンドは、必ず「要求」に対して「応答」を返送することとし、図49に示すシーケンスを基本とする。( )内は OPC コード値を示す。

通信停止要求(8C) / 応答(8D)

通信開始要求(8E) / 応答(8F)

折り返し要求(A8) / 応答(A9)

通信ソフトウェアバージョン要求(AA) / 応答(AB)

この要求電文受信時の応答処理は、自由採用とするが、採用する場合には、図4.9の通信シーケンスに従うものとする。

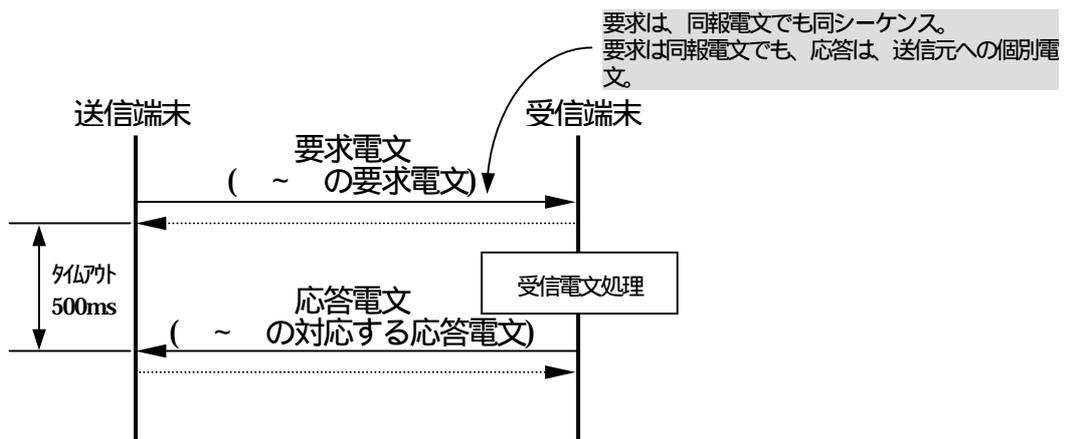


図4.9 基本通信シーケンス

#### (2) 立ち上げ時通信シーケンス(物理アドレス取得PnPシーケンス)

立ち上げ時の物理アドレス設定には、以下の2つのコマンドを用いる。( )内は OPC コード値を示す。本シーケンスにおいては、拡張 HBS 準拠の機器は、ネットワークに接続された機器の一番若い物理アドレスの値を常に保持しておくことが必須となる。

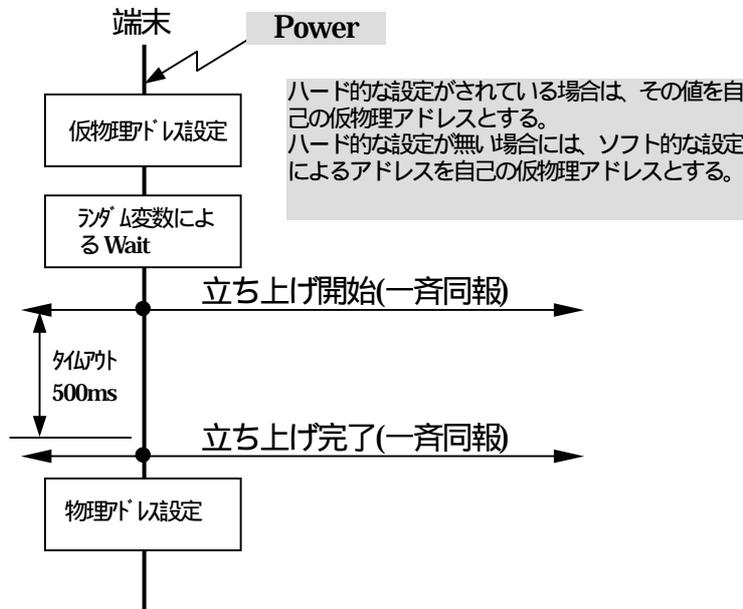
立ち上げ開始(A0)

立ち上げ確認(A1)

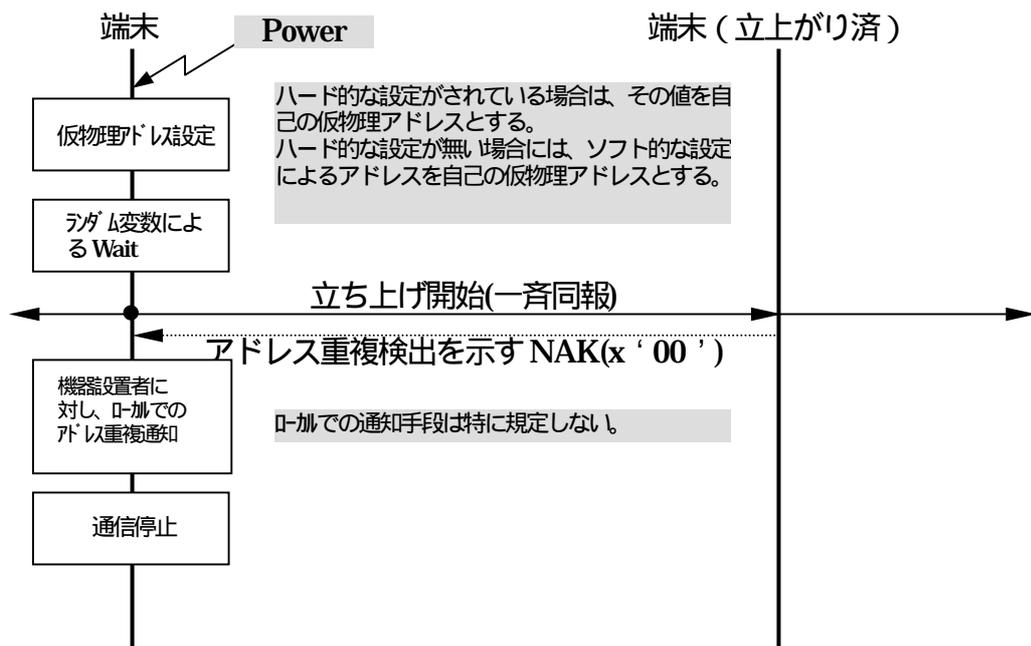
立ち上げ完了(A2)

立ち上げ時の通信手順を、CASE 毎に示す。

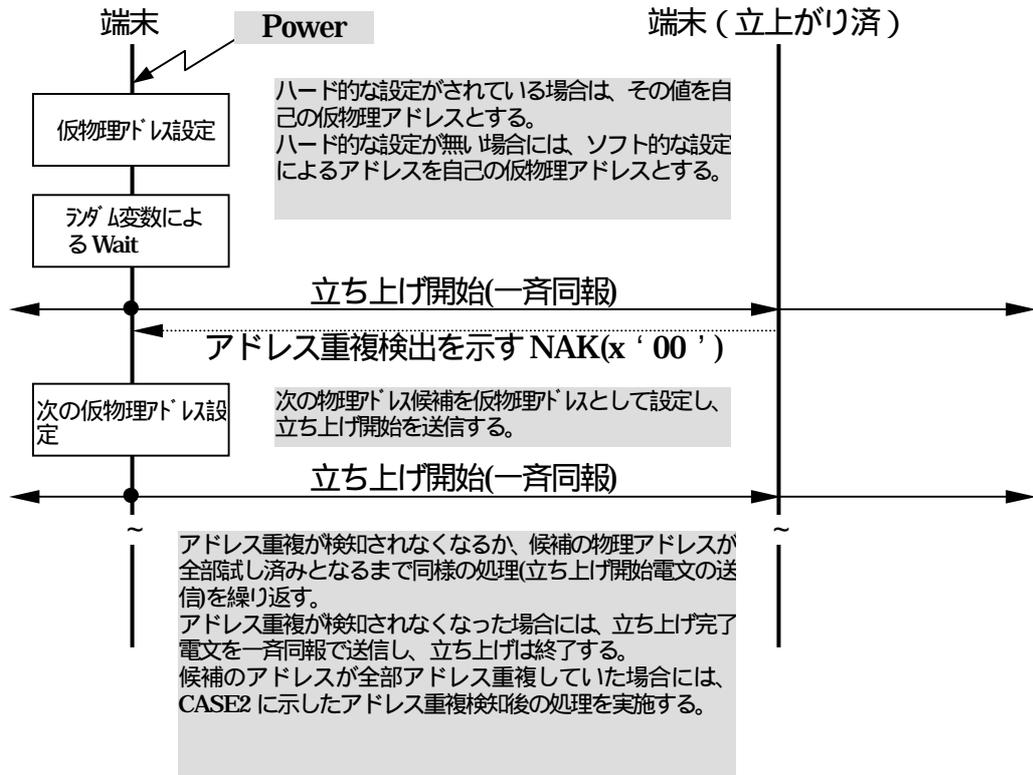
<CASE1> 他端末が存在しない場合  
 他端末が存在するが、アドレス重複の無い場合



<CASE2> 他端末が存在し、アドレス重複があった場合で、重複があったアドレス以外のアドレス設定ができない場合  
 (ディップスイッチ等により固定の場合)



<CASE3> 他端末が存在し、アドレス重複があった場合で、重複があったアドレス以外のアドレスの設定がソフト的に可能な場合



### 4.7 基本処理シーケンス (ソフトウェア内部状態遷移仕様)

本節では 拡張HBS 通信用の下位通信ソフトウェアの基本処理シーケンスを示す。  
 以下に関して記述する。

- ・状態遷移図
- ・状態遷移図上各ステートのシーケンスの説明

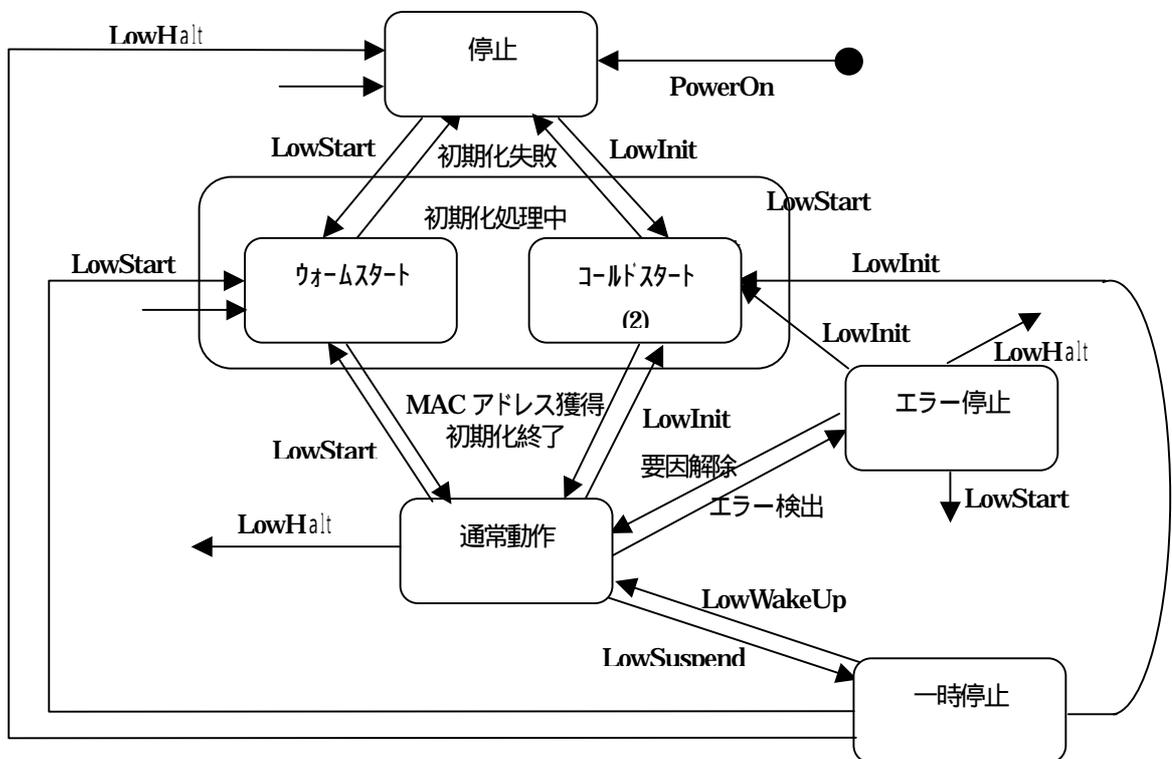
なお、4.7.1から4.7.6で記述している関数名は下記状態遷移図内の説明に対応するものである。

#### 4.7.1 基本的な考え方

本項では個別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
- 初期化処理中状態
- 通常動作状態
- エラー停止状態

なお、各状態の状態遷移図を下図に示す。図中、「PowerOn」を除く英文字は、個別下位通信インタフェースのサービスの仮称として用いるものであり、特に名称を規定するものではない。



## 4.7.2 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、内部イニシャル処理が終了した時点で、この状態となる。この状態での遷移要因と処理を以下に示す。

- (1) ステータス取得サービス (LowGetStatus) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「ステータス取得サービス」が呼ばれた場合には、ステータスとして「停止中」を返す。
- (2) 初期化サービス (LowInit) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「初期化サービス」が呼ばれた場合には、初期化状態へ遷移する。この時「初期化サービス」に対する応答をすぐに戻すか、初期化処理後に戻すかについては、ソフトウェアの実装仕様とし、特に規定しない。
- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID) 処理取得  
個別下位通信インタフェースを介して「下位通信ソフトウェア種別取得サービス」が呼ばれた場合には、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  
初期化サービス (LowStart, LowInit) により遷移する。

## 4.7.3 初期化処理中状態

初期化処理中状態とは、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。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) 初期化処理概要  
サブネット内で一意なMACアドレスを取得する。  
特に製品として、ディップスイッチ等でアドレスが固定化されていない場合には「4.6.3 通信ノケンス」で規定する立ち上げノケンス処理を実施し、サブネット内で一意となるMACアドレスを取得する。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「ステータス取得サービス」が呼ばれた場合には、ステータスとして「初期化処理中」を返す。

- (3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「下位通信ソフトウェア種別取得サービス」が呼ばれた場合には、下位通信ソフトウェア種別を返す。
- (4) 通常動作状態への遷移トリガ  
MACアドレスの取得後、必要なバッファクリア等の初期化処理が完了した時点で、「通常動作状態」へ移行する。
- (5) 停止状態への遷移トリガ  
初期化失敗により遷移する。

#### 4.7.4 通常動作状態

通常動作状態とは、個別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) 通常動作概要  
プロトコル差異処理処理からの個別下位通信インタフェースサービスの呼び出しを受け付け、電文の送受信を含めた指定された処理を実施する。また、伝送路上でやり取りされる電文を受信し、Mac アドレスレベルで、自己宛てかどうかの判断を行い、受信電文は、個別下位通信インタフェースサービスを介して、プロトコル差異処理処理へ渡す処理を実施する。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「ステータス取得サービス」が呼ばれた場合には、ステータスとして「通常動作中」、「電文送信中」、「電文受信中」といった複数の動作状態を返す。最低、上記3つの状態は区別し、返せるものとする。
- (3) 物理アドレス取得サービス (LowGetAddress) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「物理アドレス取得サービス」が呼ばれた場合には、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) 取得処理  
「個別下位通信ソフトウェアプロファイルオブジェクト」で規定されるプロファイル情報としてのプロパティの内容の応答処理を実施する。  
このサービスは、プロパティ毎に個別サービスとしての規定は、特に定めず、下位通信ソフトウェアの実装規定とする。(が、第6部の個別下位通信インタフェース仕様と準拠することを推奨する。)

- (5) 電文送言サービス (LowSendData) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「電文送言サービス」が呼ばれた場合には、渡された電文を拡張HBSの通信プロトコルにのっとして送言処理を実行する。この時「電文送言サービス」に対して同期を取って応答するか、非同期で応答するかはソフトウェアの実装仕様とし、特に規定しない。(が、第6部の個別下位通信インタフェース仕様を準拠することを推奨する。)
- (6) 電文受信サービス (LowReceiveData) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「電文受信サービス」が呼ばれた場合には、受信電文が存在する場合には、その電文を応答として渡し、存在しない場合には、受信無しを応答として渡す。但し、本下位通信ソフトウェアが個別下位通信インタフェースを介して受信を拒否し、電文を渡す形態もありうるものとし、下位通信ソフトウェアの実装仕様とする。
- (7) 一時停止サービス (LowSuspend) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「一時停止サービス」が呼ばれた場合には、電文送言処理中の場合には、一連の送言処理完了後に、電文受信処理中の場合には直ちに、処理を停止し、一時停止状態に移行する。
- (8) 初期化サービス (LowStart, LowInit) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「初期化サービス」が呼ばれた場合には、電文送言処理中の場合には、一連の送言処理完了後に、電文受信処理中の場合には直ちに処理を停止し、初期化処理状態(ウォームスタート処理状態or コールドスタート(2))に移行する。
- (9) 停止サービス (LowHalt) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「停止サービス」が呼ばれた場合には、電文送言処理中の場合には、一連の送言処理完了後に、電文受信処理中の場合には直ちに処理を停止し、停止状態に移行する。
- (10) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID) 処理取得  
個別下位通信インタフェースを介して「下位通信ソフトウェア種別取得サービス」が呼ばれた場合には、下位通信ソフトウェア種別を返す。
- (11) エラー停止状態への遷移トリガ  
受信電文が、いつまでたっても上位のソフトウェア(プロトコル差異及び処理部ソフト)に読み出されず、溜まったままの状態であるか、或いは、上位通信ソフトウェアの動作異常が検出された場合には、エラー停止状態に移行する。

#### 4.7.5 エラー停止状態

エラー停止状態とは、上位のソフトウェアの異常の検出、或いは、独自に内部異常を検出している状態である。以下にエラー停止状態時の処理概要、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

エースサービスとその処理概要を示す。

(1) エラー停止状態概要

エラー停止状態では、プロトコル差異及び処理監防からの下記個別下位通信インタフェースサービスの下記サービス以外のサービスに対しては、エラー応答を返して対応する。電文の送受信に対しては、受信処理も行すが、1電文の応答としてNAK(エラーありのコード)を返送するものとし、受信した電文は廃棄する。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus) 取得処理

個別下位通信インタフェースを介して「ステータス取得サービス」が呼ばれた場合には、ステータスとして「エラー停止中」を返す。

(3) 初期化サービス (LowStart, LowInit) 取得処理

個別下位通信インタフェースを介して「初期化サービス」が呼ばれた場合、処理可能な場合には応答を返し、初期化処理状態(ウォームスタート処理状態 or コールドスタート(2))に移行する。

(4) 停止サービス (LowHalt) 取得処理

個別下位通信インタフェースを介して「停止サービス」が呼ばれた場合には、電文送信処理中の場合には、一連の送信処理完了後、電文受信処理中の場合には直ちに処理を停止し、停止状態に移行する。

(5) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID) 処理概要

個別下位通信インタフェースを介して「下位通信ソフトウェア種別取得サービス」が呼ばれた場合には、下位通信ソフトウェア種別を返す。

(6) 通常動作状態への遷移トリガ

内部で認識しているエラー状態が解除された段階で、通常動作状態へ戻る。エラー認識の詳細及び、エラー解除認識の詳細は、製品仕様とし、特に規定しないものとする。

#### 4.7.6 一時停止状態

一時停止状態とは、下位通信ソフトウェアの動作を一時停止している状態であり、個別下位通信インタフェースの一部のサービス以外(下記記述)のサービス処理は実施せず、且つ、下位通信処理も一切行わない状態である。以下に一時停止状態時の処理概要、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) 一時停止状態概要

エラー停止状態では、プロトコル差異及び処理監防からの下記個別下位通信インタフェースの下記サービス以外のサービスに対しては、エラー応答を返して対応する。電文の送受信に対しては、送信処理も受信処理も行わない。

- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「ステータス取得サービス」が呼ばれた場合には、ステータスとして「一時停止中」を返す。
- (3) 初期化サービス (LowStart, LowInit) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「初期化サービス」が呼ばれた場合、処理可能な場合には応答を返し、初期化処理状態 (ウォームスタート処理状態 or コールドスタート②) へ移行する。
- (4) 停止サービス (LowHalt) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「停止サービス」が呼ばれた場合には、電文送付処理中の場合には一連の送付処理完了後に、電文受信処理中の場合には直ちに処理を停止し、停止状態に移行する。
- (5) 動作再開指示サービス (LowWakeUp) 取得処理  
個別下位通信インタフェースを介して「動作再開指示サービス」が呼ばれた場合、応答を返し、通常動作状態へ移行する。

## 付録4.1 参考文献

(1)「EIAJET2101 ホームバスシステム」(社) 電子情報技術産業協会 発行

入手先 (社) 電子情報技術産業協会 総務部(サービスセンター) TEL : 03-3518 - 6422
---

(2)「EIAJET2101-1 ホームバスシステム(自補)」(社) 電子情報技術産業協会 発行

入手先 (社) 電子情報技術産業協会 総務部(サービスセンター) TEL : 03-3518 - 6422
---

(3)「EIAJRC-5202 ホームバスシステム用情報コンセント」(社) 電子情報技術産業協会 発行

入手先 (社) 電子情報技術産業協会 総務部(サービスセンター) TEL : 03-3518 - 6422
---

## 付録4.2 コマンド詳細仕様

### 1. リセットコマンド

- (1) OPC コード x ' 80 '
- (2) OPR コード 無し

### 2. 通信停止要求コマンド

- (1) OPC コード x ' 8C '
- (2) OPR コード 無し

### 3. 通信停止応答コマンド

- (1) OPC コード x ' 8D '
- (2) OPR コード 無し
- (3) その他                   通信停止要求コマンドの受理応答

### 4. 通信開始要求コマンド

- (1) OPC コード x ' 8E '
- (2) OPR コード 無し

### 5. 通信開始応答コマンド

- (1) OPC コード x ' 8F '
- (2) OPR コード 無し
- (3) その他                   通信開始要求コマンドの受理応答

### 6. OKコマンド

- (1) OPC コード x ' 92 '
- (2) OPR コード 無し

### 7. NGコマンド

- (1) OPC コード x ' 93 '
- (2) OPR コード 無し

#### 8. 立ち上げ開始コマンド

- (1) OPC コード x ' A 0 '
- (2) OPR コード 自分のMac アドレス (1バイト)

#### 9. 立ち上げ確認コマンド

- (1) OPC コード x ' A 1 '
- (2) OPR コード 確対相手のMac アドレス (1バイト)
- (3) その他                   コントローラが存在時、コントローラが立ち上げ開始コマンドを受けて送信

#### 10. 立ち上げ完了コマンド

- (1) OPC コード x ' A 2 '
- (2) OPR コード 自分のMac アドレス (1バイト)
- (3) その他                   立ち上げが完了 (Mac アドレス取得が完了) した時送信

#### 11. 折り返し要求コマンド

- (1) OPC コード x ' A 8 '
- (2) OPR コード 任意 (最大254バイト)

#### 12. 折り返し応答コマンド

- (1) OPC コード x ' A 9 '
- (2) OPR コード 折り返し要求コマンドのOPR に設定されていた内容
- (3) その他                   折り返し要求コマンドの応答コマンド。

#### 13. バージョン要求コマンド

- (1) OPC コード x ' A A '
- (2) OPR コード 無し
- (3) その他                   下位伝送メディアの通信ドライバソフトのバージョン要求。

#### 14. バージョン応答コマンド

- (1) OPC コード x ' A B '
- (2) OPR コード バージョン情報 (3バイト)
- (3) その他                   バージョン要求コマンドの応答コマンド。

## 15. メーカー名要求コマンド

(1) OPC コード x ' AC '

(2) OPR コード 無し

(3) その他 下位伝送メディアの通信ドライバソフトのメーカー名要求。

## 16. メーカー名応答コマンド

(1) OPC コード x ' AD '

(2) OPR コード メーカー名情報(3バイト)

(3) その他 メーカー名要求コマンドの応答コマンド。

## 第5章 IrDA Control 通信プロトコル仕様

### 5.1 方式概要

#### 5.1.1 概要

本章では、ECHONET における IrDA Control を用いた通信プロトコルについて規定する。

IrDA Control は従来の赤外線リモコンで用いられている方式と異なり、双方向の情報伝達が可能で、即応性を有している。元々は、パソコンとマウスやキーボード等の周辺機器をワイヤレスで双方向通信する為に定められた規格であり、「パソコンはホスト」、「マウス等の周辺機器はペリフェラル」として役割が規定され、1つのホストに対して同時には8台までのペリフェラルが通信する事が出来る。

ECHONET における IrDA Control の使用法は、ホスト動作を行う IrDA 機器を ECHONET ルーターとして配置し、その ECHONET ルーターと赤外線で通信する機器をペリフェラルとして構成する。

応用例を下図に示す。下図の ECHONET ルータは、IrDA Control のサブネットと他のサブネットを接続するルータとして動作する。ペリフェラルは各種のセンサを想定しており、検出した情報をルータを通して集中制御装置に伝送する。センサは8台まで設置可能である。

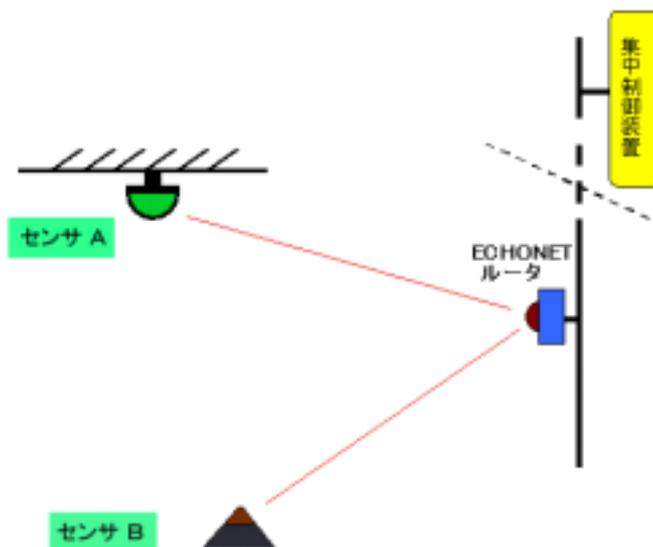


図 5.1 IrDA Control の応用例

### 5.1.2 規格範囲

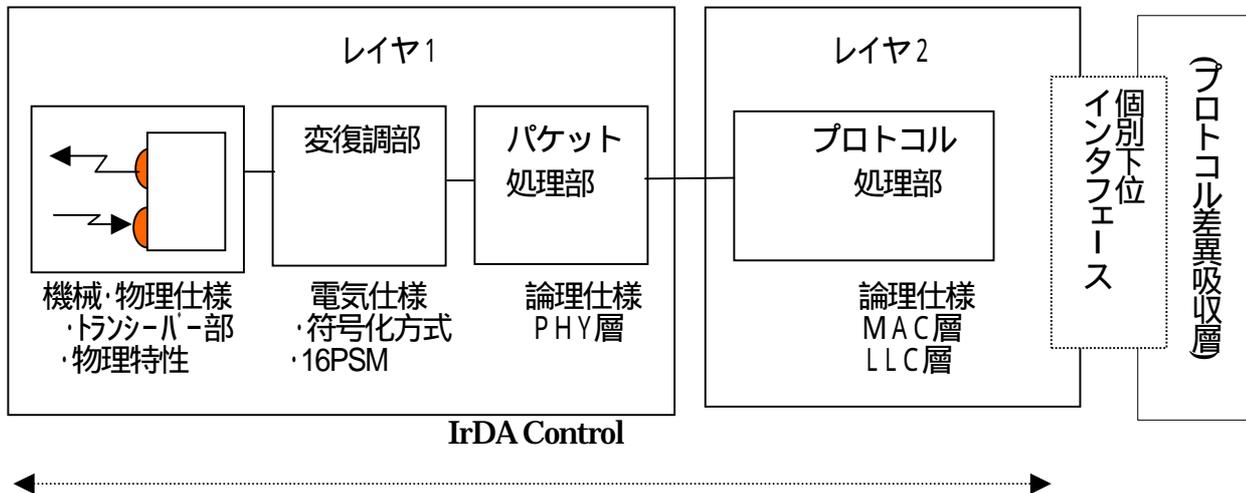


図 5.2 ECHONET における IrDA Control の位置付け

図 5.2 は ECHONET における IrDA Control の位置付けを示した概念図である。IrDA Control は ECHONET のレイヤ 1、2 に相当する。

レイヤ 1 は IrDA Control のトランシーバ部、変復調部、パケット処理部(論理仕様)からなる物理レイヤである。

レイヤ 2 は IrDA Control の MAC 層と LLC 層からなる論理レイヤである。

MAC 層(Media Access Control layer)は、ホストとペリフェラル間でのプロパティ情報(ホストアドレス、ホスト ID、ペリフェラル ID)の交換、コネクション(Binding: 相手機器のナンバリング)、一対多通信のためのスケジューリング、相手機器の識別、エラー検出などの機能を持つ。

LLC 層(Logical Link Control layer)は、パケット抜けの検出、再送などの機能を持つ。データパケットへの番号つけと受信確認により、信頼性の高い通信路を提供する。

レイヤ 1, 2 については、IrDA Control に準拠するものとする。

一方、IrDA Control を ECHONET の伝送メディアとして收容する際に生じる課題(アドレス変換、同報処理など)についてはその解決策を規定した。具体的な記載箇所としては、「本章 5.5 基本シーケンス」、「本章 5.6 收容規定」、そして、「第 7 部 ECHONET 通信装置仕様 第 6 章 IrDA Control ルータ」である。

## 5.2 機械・物理仕様

### 5.2.1 特性

IrDA Control の基本物理特性として以下が規定されており、専用の通信コントローラと受発光素子を使用することにより容易に実現することができる。

- ・ ピーク波長 : 850 ~ 900 nm
- ・ 1.5MHz のサブキャリアで構成される 16 P S M 変調方式
- ・ 通信距離 : 標準 8 m
- ・ 伝送レート : 75 k b p s
- ・ 応答性 : 標準 13.8 ms

詳しくは IrDA Control Specifications 参照のこと  
(<http://www.irda.org/standards/specifications.asp> で参照可能)

### 5.2.2 トポロジー

IrDA Control で構成するサブネットのネットワーク形状(トポロジー)を示す。ホストはルーターとしての機能を受け持つ。ペリフェラルとして動作する Ir 端末は、同時に 8 台まで通信することができる。

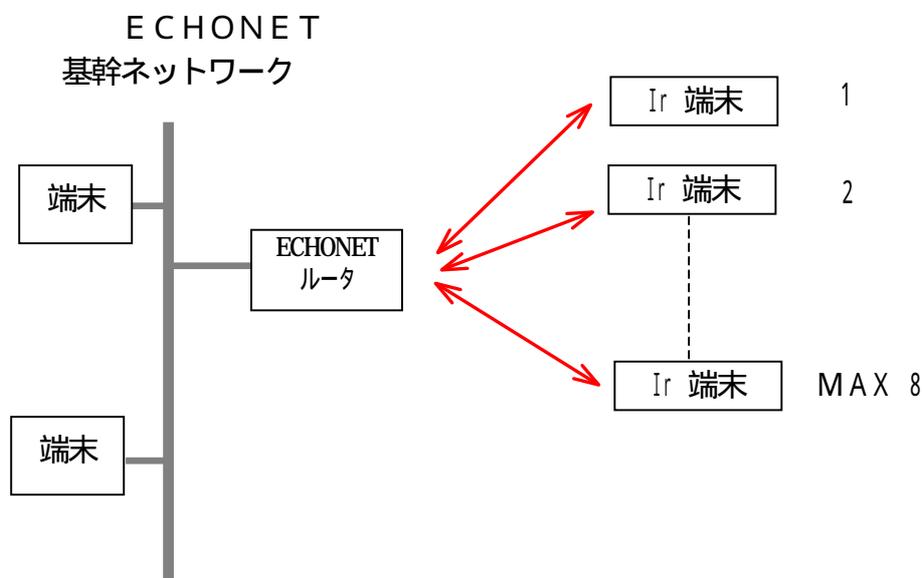


図 5.3 IrDA Control を用いたサブネットのトポロジー

## 5.3 電気仕様

### 5.3.1 符号化方式

IrDA Control システムは、データコーディングのために 16PSM 方式を用いる。従って、16PSM データシンボルとして定義される 16 波形がある。16 シンボル値の 1 つに対応して 4 ビットの各セットがあり、これはデータビットセット (DBS) として規定される。16 種類のシンボル対応した DBS が次表に示される。

表 5.1 16PSM データシンボル表

データ値 (Hex)	データ ビット セット (DBS)	16PSM データシンボル
0x0	0 0 0 0	1 0 1 0 0 0 0 0
0x1	0 0 0 1	0 1 0 1 0 0 0 0
0x2	0 0 1 0	0 0 1 0 1 0 0 0
0x3	0 0 1 1	0 0 0 1 0 1 0 0
0x4	0 1 0 0	0 0 0 0 1 0 1 0
0x5	0 1 0 1	0 0 0 0 0 1 0 1
0x6	0 1 1 0	1 0 0 0 0 0 1 0
0x7	0 1 1 1	0 1 0 0 0 0 0 1
0x8	1 0 0 0	1 1 1 1 0 0 0 0
0x9	1 0 0 1	0 1 1 1 1 0 0 0
0xA	1 0 1 0	0 0 1 1 1 1 0 0
0xB	1 0 1 1	0 0 0 1 1 1 1 0
0xC	1 1 0 0	0 0 0 0 1 1 1 1
0xD	1 1 0 1	1 0 0 0 0 1 1 1
0xE	1 1 1 0	1 0 1 0 0 1 0 1
0xF	1 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0 1

符号化の例を図 5.4 に示す。

例

Data Value = 0xF5

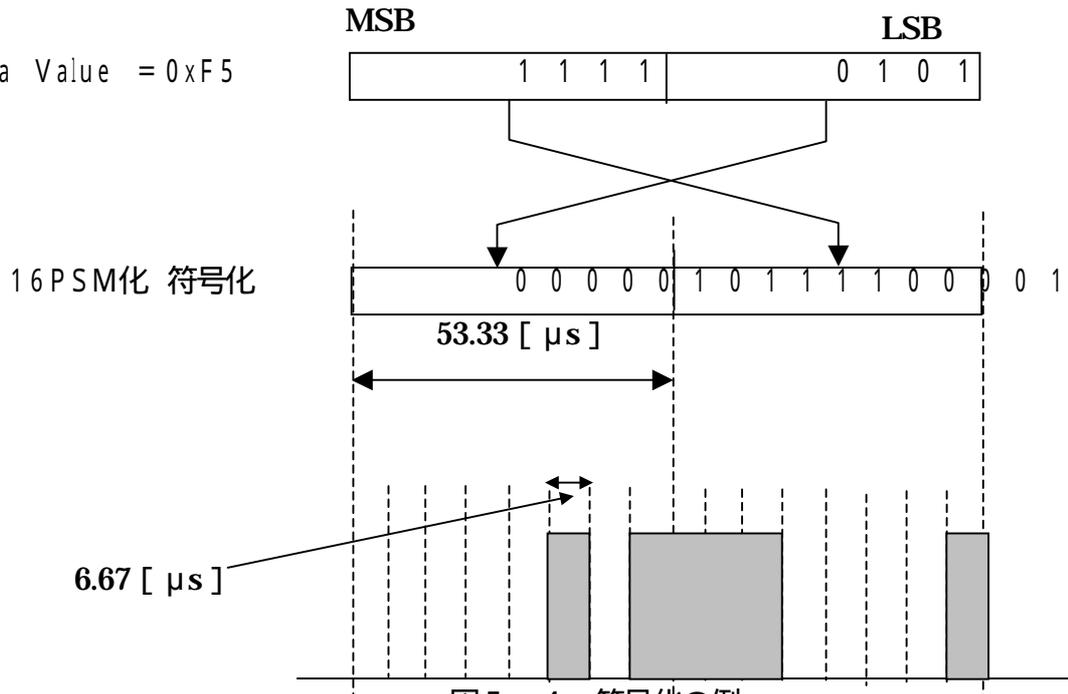


図5.4 符号化の例

詳しくは IrDA Control Specification を参照のこと

## 5.4 論理仕様

### 5.4.1 電文構成全体像

IrDAControl の電文構成と ECHONET 電文の関係を以下に示す。  
 ECHONET の電文は IrDAControl の LLC フレームのペイロードとして格納され、MAC 層のヘッダが付加されて PHY 層の packets として伝送される。各層の詳細は次頁に記す。

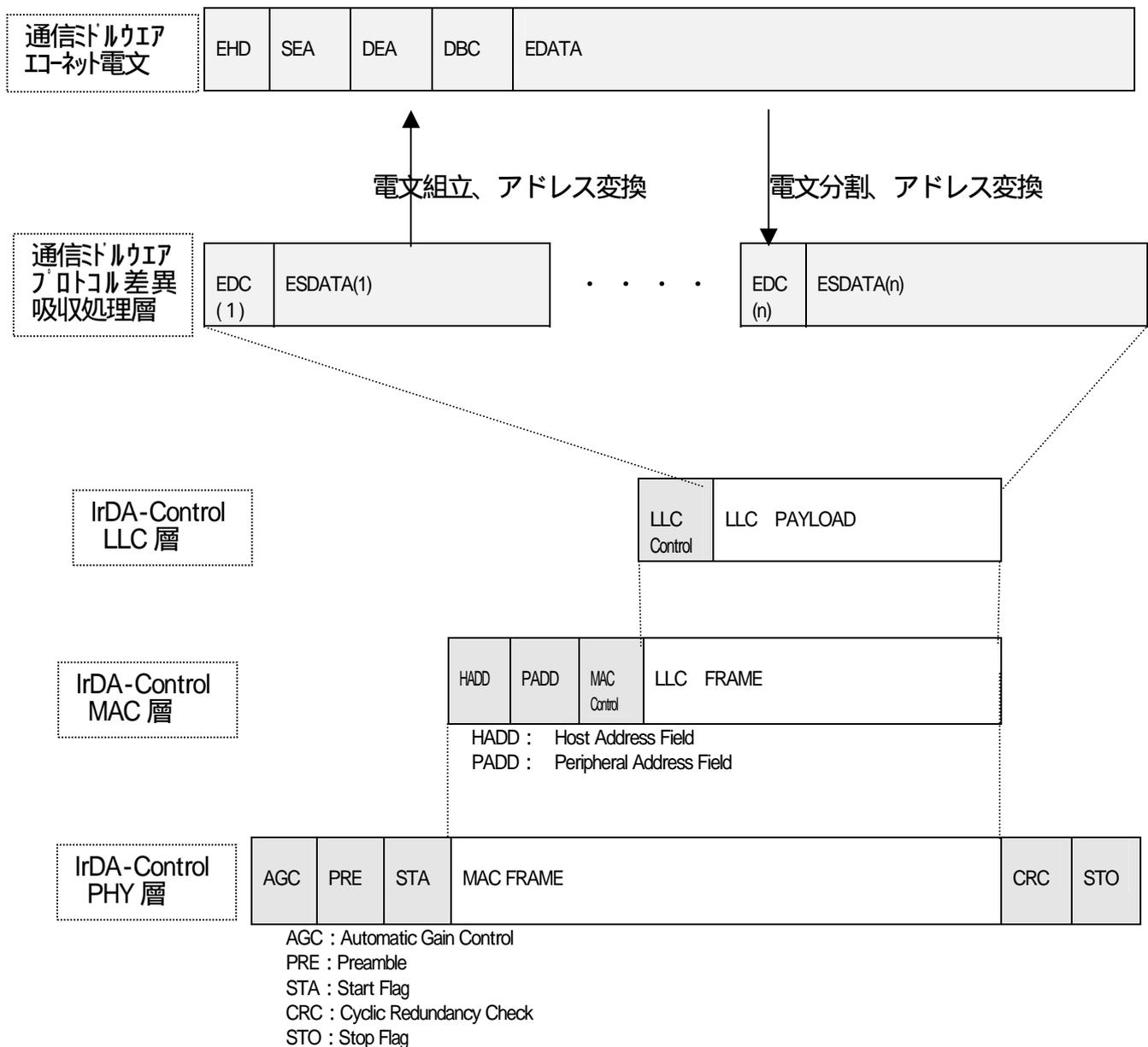
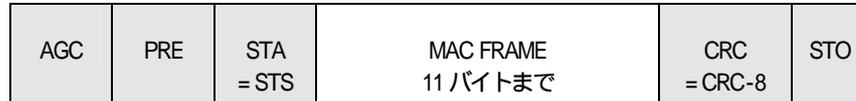


図 5.5 各レイヤの関係

## 5.4.2 レイヤ1 (PHY層)

IrDAControlはMACフレームのサイズの違いにより、以下の2種類のパケット構造がある。

### 1) ショートパケット



### 2) ロングパケット

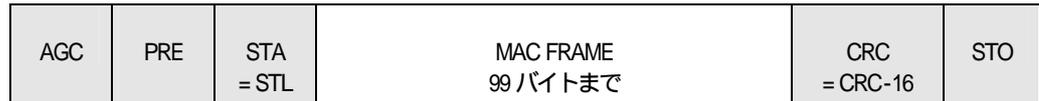


図 5.6 レイヤ1のパケット構造

概要を以下に示す。詳細はIrDA Control Specificationを参照のこと。

#### (1) AGC (Automatic Gain Control)

赤外線レシーバーの感度調整用信号。シンボルは1111

#### (2) PRE: (Preamble)

クロック同期に用いる。シンボルは0101010101

#### (3) STA (Start Flag)

シンボルと同期を行う。

ロングパケットの場合 : STL (0100101101) を用いる。

ショートパケットの場合 : STS (0100101100) を用いる。

#### (4) MAC FRAME

ショートとロングの2種類のフレーム長がある。

データを16PSMでエンコーディングして収容する。

#### (5) CRC (Cyclic Redundancy Check)

誤り検出に用いる。ショートパケットの場合はCRC-8、ロングパケットの場合はCRC-16を用いる。

#### (6) STO(Stop Flag)

パケットの終了を示す。

シンボルは、01001011

### 5.4.3 レイヤ2 (MAC層)

MACフレームの内容は以下の通り。

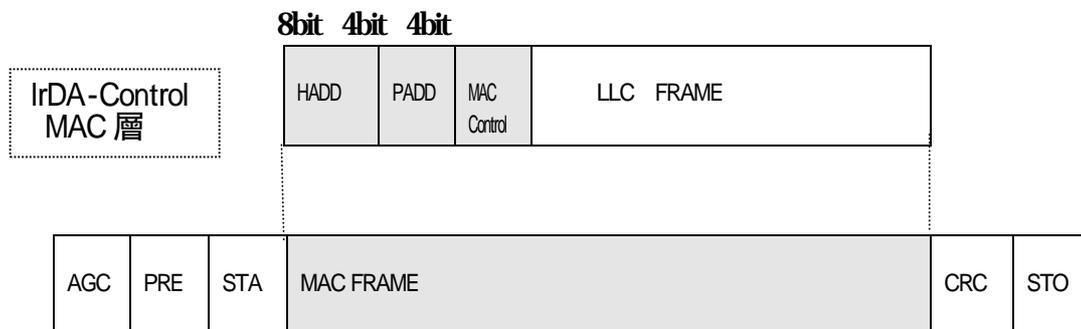


図 5.7 MACフレームの構成

- (1) HADD (Host Address field)  
 IrDA Control ホストのMACアドレス。8bitからなる。  
 ECHONET NodeIDと1:1で対応している。
- (2) PADD (Peripheral Address field)  
 IrDA Control ペリフェラルのMACアドレス。4bitからなる。ペリフェラルアドレスは、バインド(後述)する度にホストから付与される。
- (3) MAC Control (MAC Control field)  
 4ビットを与える。通信を制御する。以下に示す。

表 5.2 MACコントロールの詳細

		意味	1	0
ホストからのフレームの場合	D7	パケット方向	1	
	D6	バインドタイマー	リセット	
	D5	ロングパケット	可	不可
	D4	Haling		×
ペリフェラルからのフレームの場合	D7	パケット方向	0	
	D6	ポーリングリクエスト	する	しない
	D5	Reserved	-	-
	D4	Reserved	-	-

表中「D7」はbit7を指す。IrDA規格の表記に習い、本章ではbitを指す場合は「D\*」とする。

### 5.4.4 レイヤ2 (LLC層)

LLC フレームの内容は以下の通り。

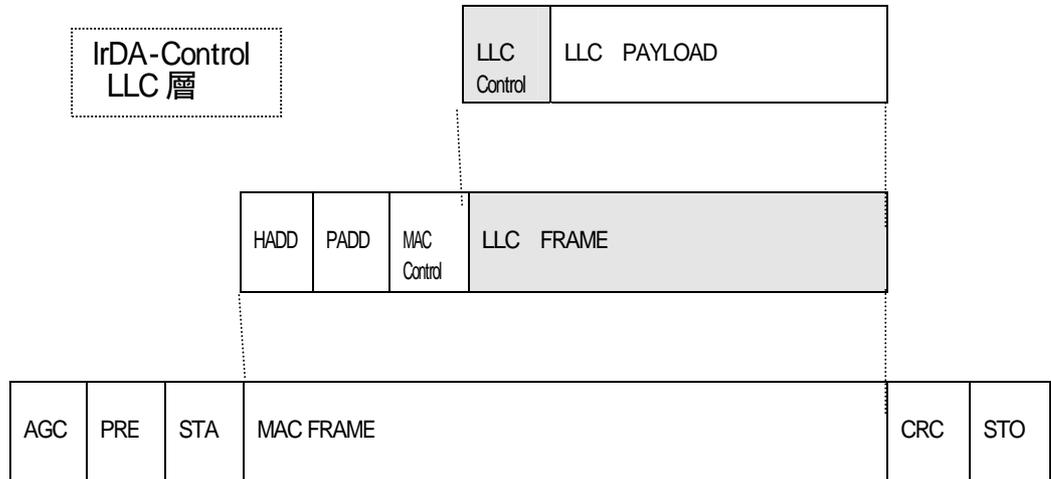


図 5.8 LLCフレーム構成

表5.3 LLC コントロールの詳細

LLC Control							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reserve	Endpoint		Reserve	Packet Type Code			

(1) Packet Type Code

LLC フレームの種類(受信要求、データ、ACK、NAK等)やフレームシーケンス番号を実現する。

詳細は、IrDA Control Specification 参照のこと

(2) Endpoint

論理的な通信チャネルである Pipe の種類を表現している。Pipe の種類を表 5.4 に、Endpoint の値と Pipe の種類の間を関係を表 5.5 に示す。

表 5.4 Pipe の種類

Pipe の種類	用途
Control Pipe	ホストコマンドと Device Request の送信用。
IN Pipe	デバイス機器からホストへのデータ用。
OUT Pipe	ホストからデバイス機器へのデータ用。

表 5.5 Endpoint と Pipe の種類との関係

Endpoint	Pipe の種類
00	Control Pipe
01	IN Pipe
10	OUT Pipe
11	IN Pipe または OUT Pipe

Out Packet とは、ホストからペリフェラル方向へのパケット、また In Packet とは、ペリフェラルからホスト方向へのパケットである。

### 5.4.5 パケットの収容

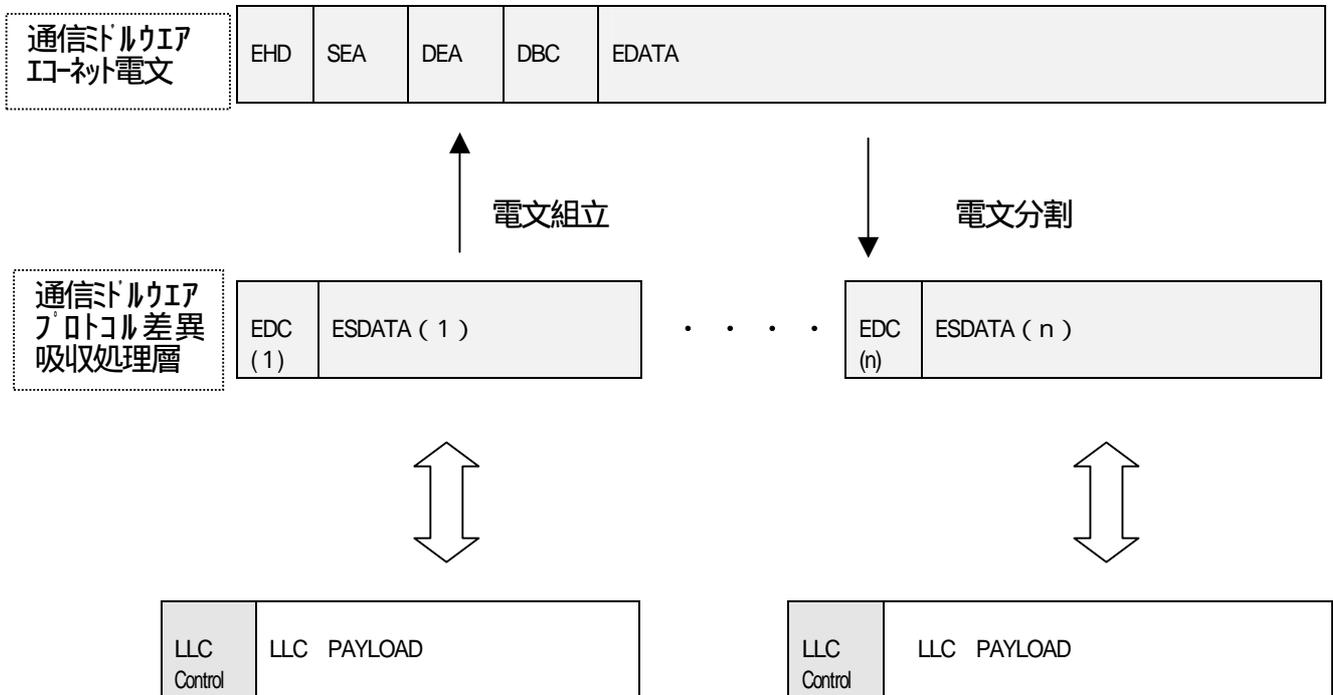


図 5.9 LLCペイロードとECHONET電文との関係

- ESDATA (1)からESDATA (n)の総計は262バイト
- EDCは1バイト
- LLC PAYLOADは最大96バイトまで収容可能

## 5.5 基本シーケンス

### 5.5.1 基本的な考え方

本章では IrDAControl 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し、各状態におけるシーケンスの概要を示す。

- 停止
- コールドスタート
- ウォームスタート
- 通信停止 (エナムレーション完了)
- 通常動作 (バインド完了)
- エラー停止
- 一時停止

IrDA Control 用下位通信ソフトウェアの上記 ~ の状態遷移の様子を以下の図に示す。

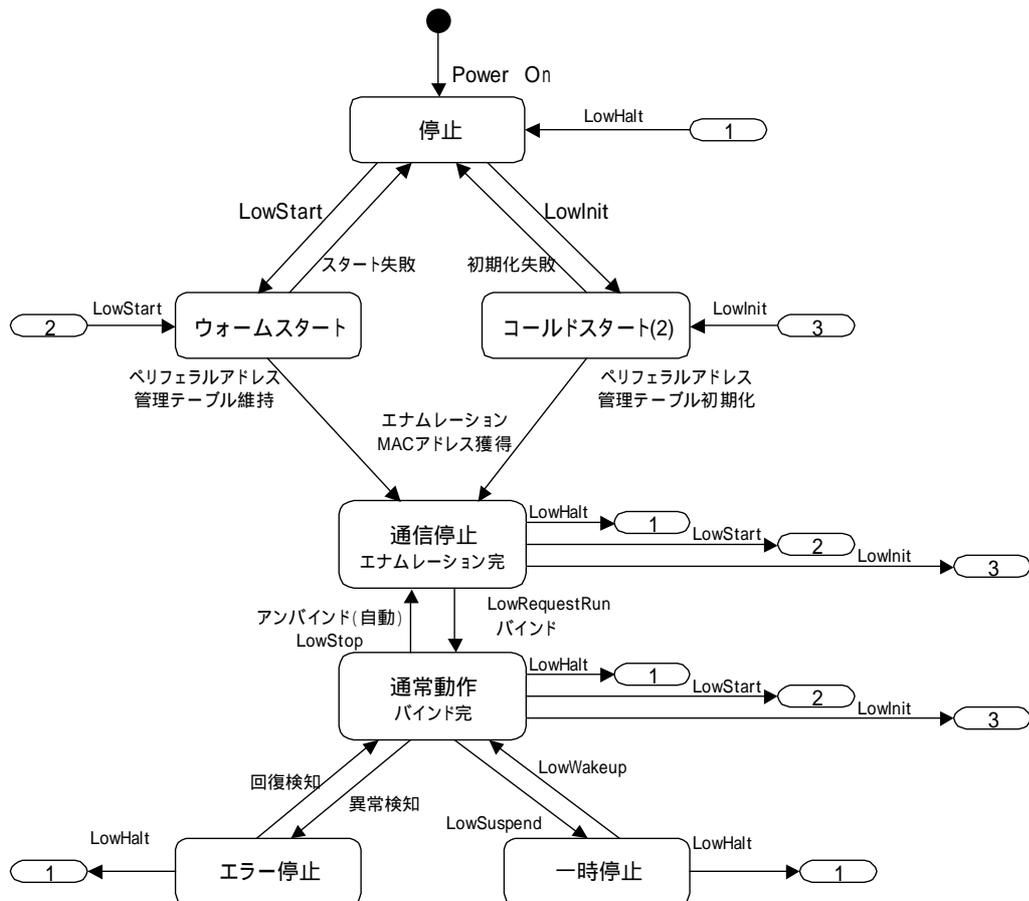


図 5.10 シーケンス遷移図

## 5.5.2 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う。
- (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。

また、以下に状態遷移を行うためのトリガを示す。

- (1) 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) により遷移する。
- (2) ウォームスタートへの遷移トリガ  
初期化要求サービス (LowStart) により遷移する。

### 5.5.3 コールドスタート

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り、IrDA Control プロトコルにおいては、ペリフェラルアドレス管理テーブルを初期化し、以下に示す個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行う。

#### (1) トリガとそれに対するふるまい

ソフトウェアの初期化  
ペリフェラルアドレス管理テーブルを初期化  
MAC アドレスの取得

ホストのMACアドレスは HADD と同じとする。一方、ペリフェラルのMACアドレスは、エナムレーション\*と呼ばれるホストとペリフェラルの間での情報交換手順を行った後に、その情報を元にしてホストが仮想MACアドレス(NodeID と1:1に対応するアドレス)を割り当て、ホストが管理するペリフェラルアドレス管理テーブルに仮想MACアドレスを書きこむ。(詳細は後述)

#### (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとしてLOW\_STS\_INITを返す。

また、以下に状態遷移を行うためのトリガを示す。

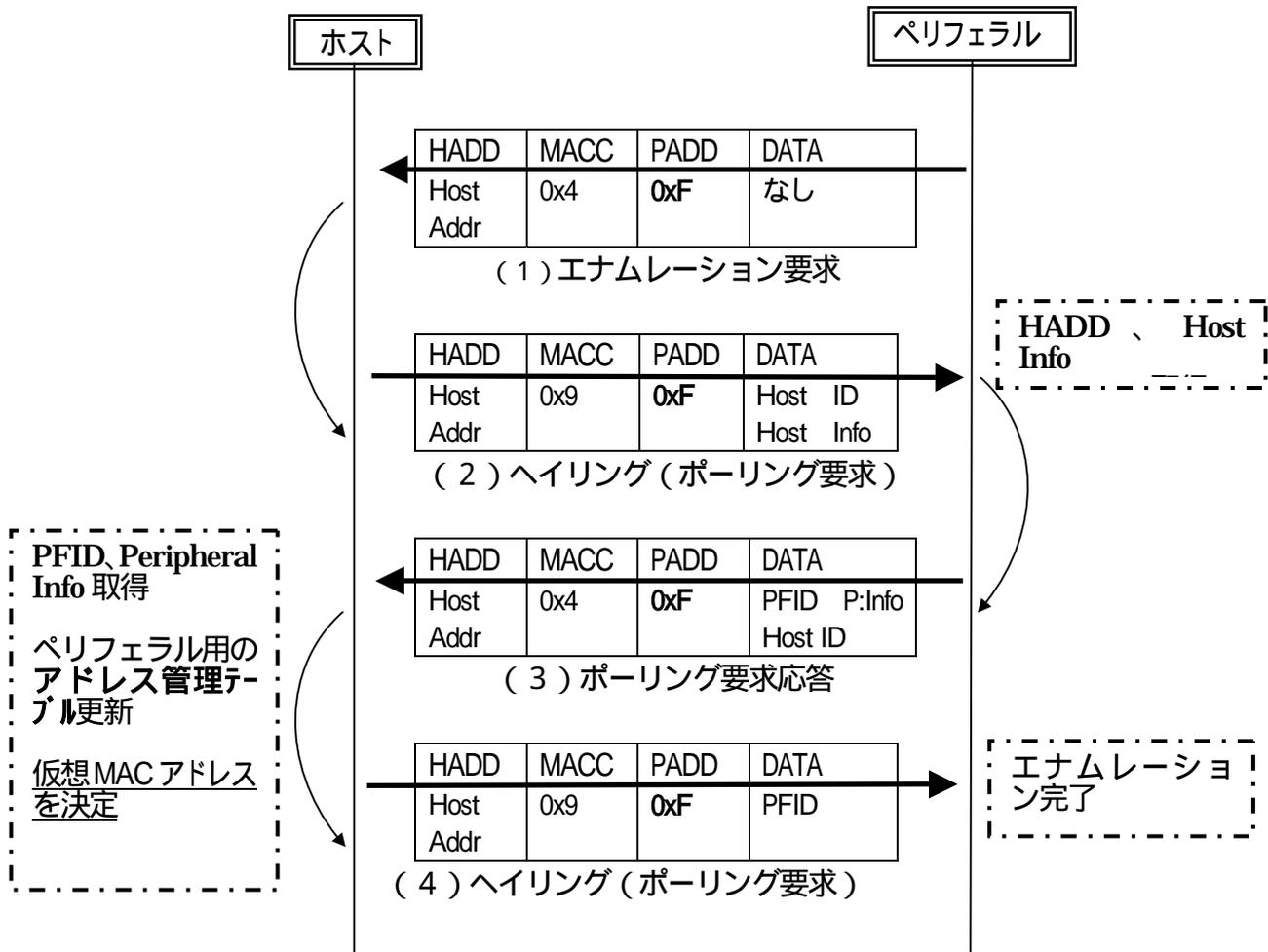
#### (1) 通信停止状態への遷移トリガ

エナムレーション完了により遷移する。

#### (2) 停止状態への遷移トリガ

初期化失敗により遷移する。

エナムレーションの概要を以下に示す。



- (1) ペリフェラルからエナムレーションを要求する。  
 MACC=0x4 は、ポーリングリクエストコマンドであり、この場合はエナムレーション要求として用いる。
- (2) ホストからポーリング要求を送信する。このときデータとして、Host ID と Host 情報を送る。PADD=0xF はエナムレーション用の特別アドレスである。MACC=0x9 は hailing(ポーリング要求)用のコマンドである。  
 この操作で、ペリフェラルは Host ID と Host 情報を取得する。
- (3) ペリフェラルからポーリング応答を送信する。このときデータとして、ペリフェラル ID とペリフェラル情報、ホスト ID をホストに送信する。  
 ホストはエナムレーションしたペリフェラルに対して、8ビット長の「仮想 MAC アドレス」を付与し、「ペリフェラル ID」と「仮想 MAC アドレス」、さらには、バインド操作によって、決定する「PADD」の3者を管理した「アドレス管理テーブル」を

更新する。

(4) ホストは(3)によって定めた「仮想 MAC アドレス」をペリフェラルに通知する事により初期化は完了する。

表 5.6 ペリフェラル用アドレス管理テーブル

	PeripheralID (32bit) 工場出荷時など	仮想 MAC アドレス (8bit) (= NodeID)	PADD (4bit) バインド時に発行
	A	B	C
ペリフェラル	xxxxxx-xxxx-xxxxxxxxxx	0x01	例えば、(0x2)
ペリフェラル	xxxxxx-xxxx-xxxxxxxxxx	0x02	例えば、(0x6)
ペリフェラル	xxxxxx-xxxx-xxxxxxxxxx	0x03	例えば、(0x4)
・ ・ ・ ・	・ ・ ・ ・	・ ・ ・ ・	・ ・ ・ ・
ペリフェラル	xxxxxx-xxxx-xxxxxxxxxx	0x08	例えば、(0xA)
(ペリフェラル) ・ ・ ・	xxxxxx-xxxx-xxxxxxxxxx	0x09	例えば、(0xB)

- A B : エナムレーションにより、「仮想 MAC アドレス」を決定。  
 この仮想 MAC アドレスは、ECHONET の NodeID と 1 : 1 に  
 対応するものである。A と B の関係は保持される。  
 リセット処理以外は一定の関係を持つ。
- B C : バインドによって、PADD 決定。アンバインドにより解消する。  
 よって、バインド毎に付与される為に、一定値を取るとは限らない。

ホストが同時にバインド出来るのは、8 台までである。

#### 5.5.4 ウォームスタート

ウォームスタート状態とは、ホストの管理するペリフェラルアドレス管理テーブルを初期化することなく、下位通信ソフトウェアの初期化を行っている状態であり、以下に示す個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行う。

##### (1) トリガとそれに対するふるまい

ソフトウェアの初期化

MACアドレスの取得

ホストのMACアドレスは HADD と同じとする。一方、ペリフェラルのMACアドレスはエナムレーションを行った後にエナムレーションで得られたペリフェラルのPeripheralID と一致するものをホストが管理するペリフェラルアドレス管理テーブルから検索する。

ペリフェラルアドレス管理テーブルに該当するペリフェラルが無く、ペリフェラルアドレス管理テーブルに空き領域がある場合はホストが新しい仮想MACアドレスを割当て、ペリフェラルアドレス管理テーブルを更新する。

ペリフェラルアドレス管理テーブルに該当するペリフェラルが無く、ペリフェラルアドレス管理テーブルに空きが無い場合は、スタート失敗として、停止状態に移る。

ペリフェラルアドレス管理テーブルに該当するペリフェラルがある場合は、管理テーブルに記録されている仮想MACアドレスをペリフェラルのMACアドレスとする。

##### (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとしてLOW\_STS\_RST を返す。

また、以下に状態遷移を行うためのトリガを示す。

##### (1) 通信停止状態への遷移トリガ

エナムレーション完了により遷移する

##### (2) 停止状態への遷移トリガ

初期化失敗 またはペリフェラルアドレス管理テーブルの管理数超過により遷移する。

### 5.5.5 通信停止状態

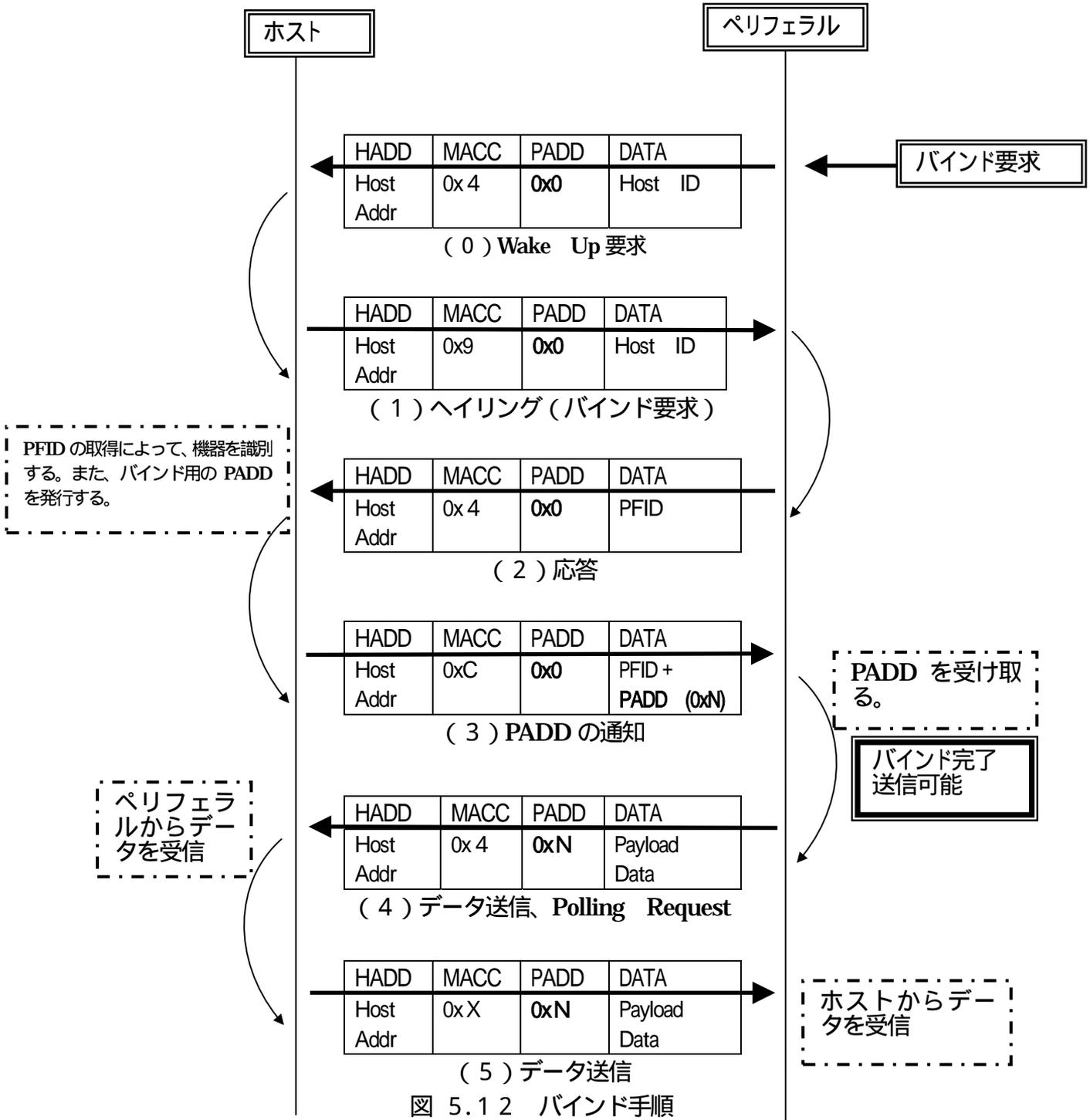
通信停止状態とは、下位通信ソフトウェアの初期化が完了し、通信ミドルウェアからの動作開始要求を待っている状態である。以下に状態遷移直後の処理概要、および初期化完了停止状態が受け付ける個別下位通信インタフェースサービスとその処理概要を示す。

- (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)  
ホストの場合は、HADD (=MAC アドレス) を返す。  
ペリフェラルの場合は、「仮想 MAC アドレス」を返す。
- (4) 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。
- (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。

また、以下に状態遷移を行うためのトリガを示す。

- (1) 通常動作への遷移トリガ  
動作開始サービス (LowRequestRun) により遷移する。  
LowRequestRun による遷移は、IrDA ホストと IrDA ペリフェラルで動作が異なる。  
IrDA ペリフェラルが LowRequestRun により動作を開始した場合は、速やかにバインドが実施され通常動作状態へ遷移する。IrDA ホストが LowRequestRun により動作を開始した場合は、「5.6 収容規定」に基づいて、ホストからの通信開始手段を搭載している場合のみ通常動作状態へ遷移する。
- (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。
- (3) 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) により遷移する。
- (4) ウォームスタートへの遷移トリガ  
初期化要求サービス (LowStart) により遷移する。

バインド手続きについて以下に示す。



ただし、(0)の手順はホストがスリープ状態にある場合のみに必要。

- (0) ペリフェラルから Polling Request をホストへ送信する。この場合の HADD はホストアドレス、PADD は 0x0 である。この操作により、スリープ状態にあったホストは次の (1) の操作を開始する
- (1) ホストから hailing を送信する。このときデータとして、Host ID を送る。PADD=0x0 はバインド用の特別アドレスである。MACC=0x9 は hailing である。
- (2) ペリフェラルは、ホストからの hailing コマンドを受信し、その返答として Polling Request を送信する。このとき、データとして、ペリフェラル ID をホストに送信する。
- (3) ホストは受信したペリフェラルに対して 4bit の HADD を与える。この値はバインドするたびに变化する。ホストはペリフェラルの ID と ECHONET NodeID の管理テーブルをエナムレーション時に作成している。バインドにより付与する PADD も、対応する管理テーブルに追加して、ペリフェラルを一意に識別することが出来る。
- (4) ホストは (2) で設定した PADD をペリフェラルに送信し、バインドタイマーをリセットする。これでバインドが完了する。

## 5.5.6 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) 状態遷移直後の処理概要  
個別下位通信インタフェースサービスの待ち受けを行う。
- (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)  
ホストの場合は、HADD (=MAC アドレス) を返す。  
ペリフェラルの場合は、「仮想 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。  
< 終了処理概要 >
  - ・ バインドを解除し、すべてのパラメーターを破棄して停止状態に移行する。
- (2) 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。または、IrDA Control プロトコルに従って、一定期間後にアンバインド (バインドの解除) され、通信停止状態に自動的に遷移する。

- (3) ウォームスタートへの遷移トリガ  
初期化要求サービス (LowStart) により遷移する。
- (4) 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) により遷移する。
- (5) 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。
- (6) 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。

### 5.5.7 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。以下の状態遷移直後の処理概要、および初期化完了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  
エラー処理を行う。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_SUSPEND 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) 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。

### 5.5.8 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\_SUSPEND 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。
- (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。

## 5.6 収容規定

### 5.6.1 ホストとペリフェラルの関係

ペリフェラルが直接通信できる相手は、ホストのみである。ペリフェラルが他ペリフェラルや他サブネット機器と通信する場合、必ず、ホストを経由しなければならない。

### 5.6.2 サブネット内個別指定電文の取り扱いについて

IrDA Control 通言集本における、サブネット内個別指定電文は「第2部第6章ECHONET 通言処理部処理仕様」に記載された「受信電文判定処理」により破棄される。

従ってIrDAControl においては、それ以前の「プロトコル差異処理部」の「電文受信・組立処理」と「電文分割・送言処理」の間で適切なブリッジ処理部を設け上記した不具合を是正するものとする。

本バージョン以前における本不具合の回避は「第7部ECHONET 通言仕様 第6章IrDA Control ルータ」を別途規定することにより行われていたが、本バージョン以後は上記「プロトコル差異処理部」でのブリッジ処理を用いても良い物とする。

### 5.6.3 ホスト・ペリフェラルの推奨条件

IrDA Control 規格では、初期化完了停止状態にあるペリフェラル(バインド未、もしくはバインドタイマー超過によってアンバインドした状態)に対して、ホストから通信を始める事は出来ない。

ECHONET 規格では、アンバインド状態にあるホスト・ペリフェラル間におけるホストからの通言開始手段、あるいはホストからペリフェラルに対して通言開始を要求する手段、または一定間隔で WakeUp 要求を送言する機能を搭載する事によるバインドの維持手段の何れかを搭載する事を推奨する。

ただし、ペリフェラルが双方向リモコンのようにホスト側から通信を開始する必要が無い場合はこの限りでない。

### 5.6.4 ホスト・ペリフェラルの必須条件

他サブネットのコントローラなどからのペリフェラルに対する要求電文に対して、ホストがペリフェラルと通信できない状態にある時は、ホスト側の受信バッファでコントローラからの要求を、一定期間保持する機能を搭載することを必須とする。

第7部ECHONET 通言仕様 第6章IrDAControl ルータにて詳細規定。

## 第6章 LonTalk®通信プロトコル仕様

### 6.1 方式概要

LonTalk® プロトコルは、国際標準化機構 (ISO : International Organization for Standardization) によるオープンシステム相互接続 (OSI : Open Systems Interconnection) の基準モデルに準拠し、その第1層から第7層をサポートしており、これ自身で完全なネットワークプロトコルを実現することができる。

Neuron® Chip を用いた代表的なノードの構成は図6.1のようになり、プロトコル処理は伝送メディアに依存しないため、次に示す幅広い種類の伝送メディアに対応可能。

- ・ツイストペアケーブル
- ・赤外線
- ・電灯線
- ・無線周波数 (電波)
- ・同軸ケーブル
- ・光ケーブル

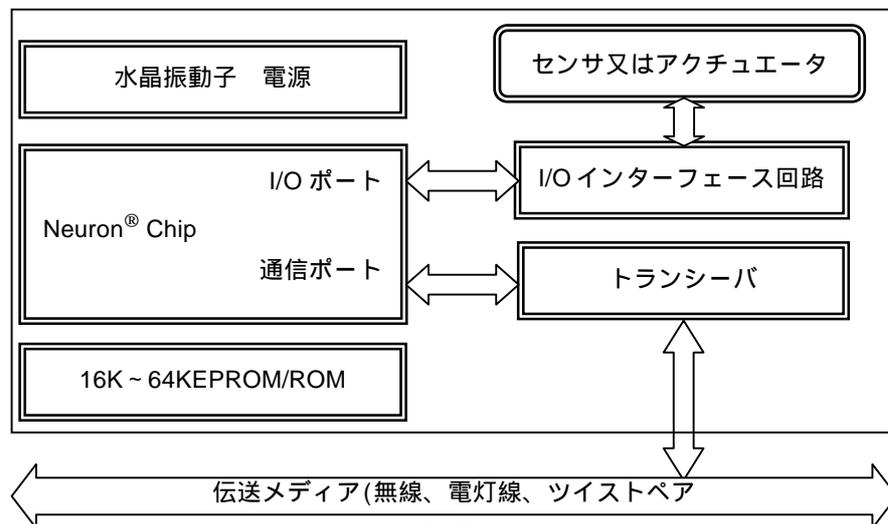


図6.1 Neuron® Chip を用いた代表的なノードの構成

Neuron® Chip を用いることによりトランシーバ以下の伝送メディア制御部はネットワーク処理を意識する必要がなく、基本的には LonTalk® プロトコルの MAC (Media Access Control) レイヤとの I/F のみを考慮してトランシーバを個別に自由に設計することができる。

伝送メディアによっては法規制などにより、独自のプロトコル処理を必要とすることがあり、設計者はこの部分のみを意識すればよい。

ECHONET においてはトランシーバ以下を LonTalk® PPDU (Physical Protocol Data Unit) の送受信 / 変復調を処理するレイヤ1相当と見なす。レイヤ1では伝送メディア毎に特有なプロトコルにより、OSI 参照モデルレイヤ1、レイヤ2相当の処理を独自に行う。

また LonTalk® プロトコルを個別下位通信インターフェース以下のレイヤをサポートする下位通信ソフトウェアとして位置づけ、基本的な通信処理を行うレイヤ2、およびレイヤ3相当と見なす。また、上位レイヤから送られる ECHONET 電文 (アドレス、データ) を一括して LonTalk® プロトコルのデータとして扱う。また、通信には明示的メッセージを使用する。Ver1.0,2.0,2.1,2.11 ではネットワーク変数の使用を規定しない。

## 6.1.1 第6章の構成

第6.1節から第6.5節に ECHONET における LonTalk® に関わる規定をまとめる。

- 6.1 方式概要
- 6.2 機械・物理特性
- 6.3 電気特性
- 6.4 論理仕様
- 6.5 基本シーケンス

第6.6節以降、各節毎にトランシーバの規定をまとめる。記載内容は各節の項番号と、第6.1節から第6.5節までの節番号が対応する。(  $X \geq 6$  )

- 6.X.1 方式概要
- 6.X.2 機械・物理特性
- 6.X.3 電気特性
- 6.X.4 論理仕様
- 6.X.5 基本シーケンス

トランシーバ毎に更に規定する項目がある場合は、第6.X.6項以下を記載する。

## 6.2 機械・物理仕様

ノードの構成には LonTalk® プロトコルを実現可能なデバイスの使用を必須とし、その基本は Neuron® Chip とする。筐体、コネクタ形状、ケーブルおよびアンテナなどの機械・物理特性、および仕様に関連する法規制、その他規格などがあればこれらを満足することとし、必要に応じて伝送メディア毎に ECHONET 規格として下記の規定を設ける。詳細は6.6節以降の6.X.2項に記載する。

- ・コネクタ形状：
- ・伝送メディア：
- ・トポロジー：

## 6.3 電気特性

トランシーバ回路を含む周辺装置の電気的特性については、Neuron® Chip を含む LonTalk® プロトコルを実現可能なデバイスとのインターフェースを考慮すること。また、電気的特性および仕様に関連する法規制、その他規格などがあればこれらを満足することとし、必要に応じて伝送メディア毎に ECHONET 規格として下記の規定を設ける。詳細は6.6節以降の6.X.3項に記載する。

- ・伝送メディアの電気特性
- ・伝送速度
- ・変調方式(伝送方式)
- ・送受信感度(レベル)

## 6.4 論理仕様

レイヤ1の処理をトランシーバにて行い、レイヤ2, 3の処理を Neuron® Chip が行う。また Neuron® Chip はトランシーバの動作状態として必要に応じて次の情報を得るものとする。

- ・READY : トランシーバが通常動作している状態
- ・BUSY : トランシーバが送受信処理 または初期化処理を行っている状態
- ・ERROR : トランシーバが何らかの異常を起こしている状態
- ・NO\_ID : Node-ID の設定 (更新) を要求している状態

### 6.4.1 レイヤ1

トランシーバ部にて LonTalk® の PPDU (Physical Protocol Data Unit) を伝送メディア毎に規定する通信フォーマットにおけるデータ部分として扱い、基本的には図6.2のような電文形式にフレーム変換して通信を行う。

ヘッダ、フッタは伝送メディア固有のプリアンプル、アドレスデータ、制御コード等を綴符するもので、伝送メディア毎に規定を設ける。詳細は6.6節以降の6.6.4頁に記載する。その他、伝送メディア固有の処理については、6.6.5頁以降に記載する。

Neuron® Chip からの送信要求または、送信開始に対して、伝送メディアでのプロトコル処理であるキャリアセンスや送信タイミングの調整を行い、伝送メディア部分は伝送メディア通信基本電文を変調して通信を行う。受信側では伝送メディア部分で符号された伝送メディア通信基本電文から、ヘッダ、フッタを削除 (フォーマット置換) して Neuron® Chip に PPDU を送信する。

ヘッダ、フッタの処理の間 Neuron® Chip からの新たなデータ送信を停止させる必要があるトランシーバにあっては、これらの処理中に Neuron® Chip に BUSY を通知し、新規データの送信を許可する時点で BUSY を解除、READY を通知する。

ヘッダ	データ (LonTalk® PPDU)	フッタ
-----	---------------------	-----

図6.2 伝送メディア通信基本電文形式

## 6.4.2 レイヤ2

プロトコル差異処理層から受け取る Node-ID 情報が AddFmt、Address に反映する。PDUFmt に従い、下記 PDU が Encl.PDU 領域に組み込まれる。LonTalk®により自動的に生成・処理されるため、電文構成内容について特別に意識する必要がないが、参考のため記載する。詳細は LonTalk®-Protocol-Specification を参照のこと。

PPDU								
PPDU Header	NPDU							CRC
	Ver	PDUFmt	AddFmt	Len	Address	Domain	Encl.PDU	

図6.3 レイヤ2 電文形式

- PPDU (Physical Protocol Data Unit)

PPDU-Header : 9bit+ (ビット同期信号+バイト同期 1bit の長さ)

CRC:16bit

- NPDU (Network Protocol Data Unit)

Ver : 2bit Protocol Version

PDUFmt : 2bit Encl.PDU を規定する

00 : Encl.PDU = TPDU

01 : Encl.PDU = SPDU

10 : Encl.PDU = AuthPDU(Ver1.0,2.0,2.1,2.11 では規

定しない)

11 : Encl.PDU = APDU

AddFmt : 2bit Address データのフォーマットを規定する。

Len : 2bit Address データの長さを規定する。

Address : Neuron® Chip のアドレスデータ Min. 24bit、Max. 72bit

Domain : 0bit Neuron® Chip のドメイン:0 (Ver1.0,2.0,2.1,2.11 では規定しない)

- ・アドレッシングの方法 ( Neuron® Chip における )

- Broadcast

ドメイン内の全ノード Address は 24bit 使用

サブネット内の全ノード Address は 24bit 使用

- Multicast

グループ内の全ノード Address は 24bit 使用

(ACK は 48bit 使用)

- Unicast

特定の論理ノード Address は 32bit 使用

特定の物理ノード Address は 72bit 使用 ( Neuron ID )

- ・アドレス長 ( Neuron® Chip における )

- ドメイン : 0

- サブネット : 8bit

- ノード : 8bit(1 ~ 127: ノードとしての有効設定値は 1 ~ 126)
- グループ : 8bit

メッセージコード, アドレスタイプに関して次の様規定する。  
 アドレス長 サブネット: 8bit (IDは0x01に固定)

送信電文	メッセージコード	アドレスタイプ
ECHONET フレーム	0x04	BROADCAST
		SUBNET_NODE

### 6.4.3 レイヤ3

プロトコル差異処理層から受け取る Node-ID 情報および ECHONET 電文を処理する。アドレス情報はレイヤ2の AddFmt、Address に反映する。ECHONET 電文全体を APDU の DATA 領域に組み込む。プロトコル差異処理層で、電文の分割が行われている場合は EDC(n)+ESDATA(n) を DATA 領域に組み込む。この場合電文処理が n 回発生する。ただし、電文内容 および電文形式が、いずれの場合であるかには関係しない。

レイヤ3で扱えるデータサイズは、ソフトウェアの実装状況によって異なり、最大バッファサイズをあらかじめ固別下位通信インタフェースにより上位レイヤに通知する。送信バッファの最小値を 34BYTES とする。これは ECHONET 電文の最大値 262BYTES と、電文分割の最大値が 8 であることによる。また、Neuron® Chip で扱えるデータの最大値が 228BYTES であることから、上位レイヤには、229BYTES 以上の送信バッファが確保可能の場合でも最大処理可能データ長として 228BYTES を通知する。なお、受信バッファは 228BYTES 以上 (255BYTES) 確保するものとする。

APDU					
APDU-Header	Data				
Destin&Type	EHD	SEA	DEA	EBC	EDATA

図6.4 レイヤ3電文形式(1)

APDU		
APDU-Header	Data	
Destin&Type	EDC(n)	ESDATA(n)

図6.5 レイヤ3電文形式(2)

## 6.5 シーケンス

以下に関して記述する

- ・状態遷移図
- ・状態遷移図上各ステートのシーケンスの説明

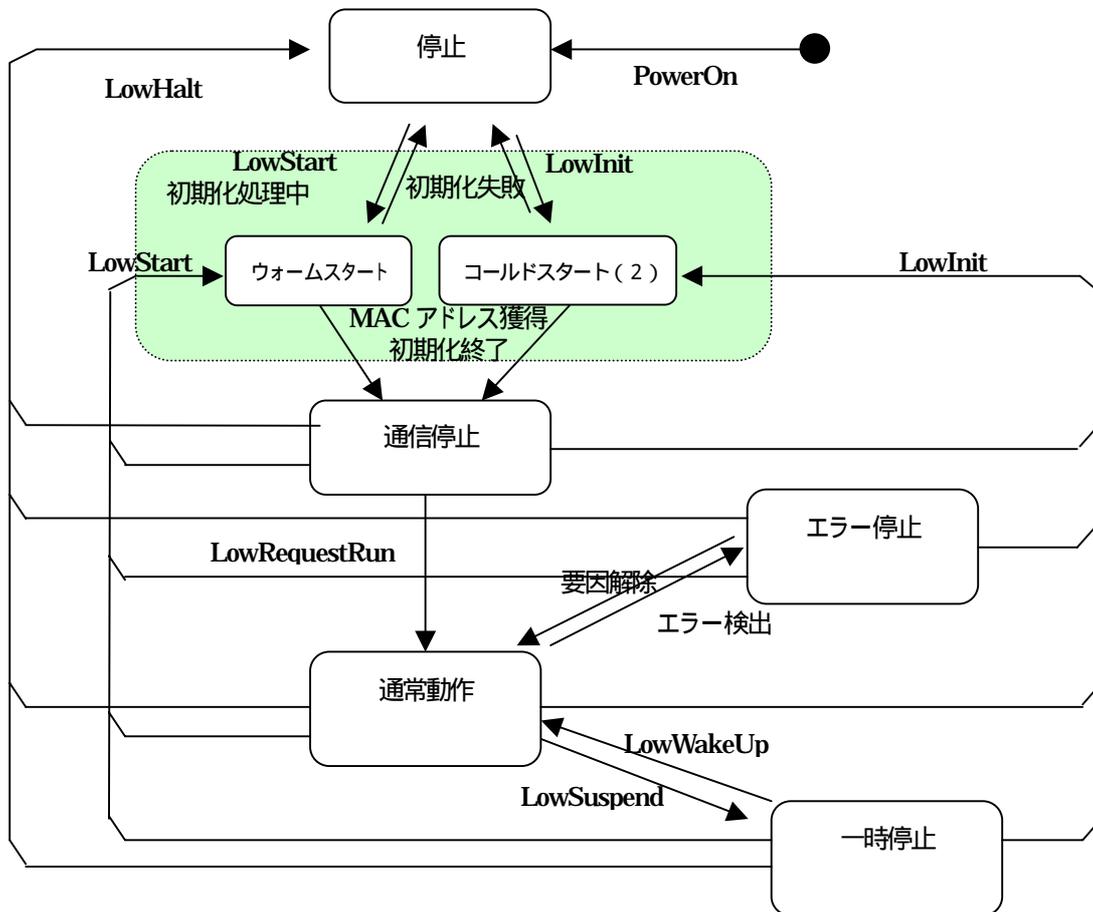
### 6.5.1 基本的な考え方

本節ではLonTalk®用個別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  
初期化処理中状態  
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

なお、各状態の状態遷移図を下図に示す。

また、トランシーバ部の状態遷移はNeuron® Chip と非同期に動作する部分があり、トランシーバ毎に6.6節以降の6.X.51項に記載する。



### 6.5.2 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。以下この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う。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
 ステータスとして LOW\_STS\_HALT (停止中状態) 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うためのトリガを示す。

(1) 初期処理中状態への遷移トリガ

初期処理サービス (LowStart ,LowInit ) により遷移する。

### 6.5.3 初期化処理中状態

初期処理中状態とは、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。以下に状態遷移直後の処理概要、および初期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

通信ソフトウェアよりLowStart ,LowInit の指示による。

トランシーバの初期化を行う。

トランシーバの初期化はNeuron® Chip とは同期で行われる。

Neuron® Chip にBUSY を検知して初期化を行う。

初期化終了時にREADY をNeuron® Chip に検知する。

サブネット内でユニークなMACアドレスを取得する。

Neuron® Chip のNode-ID を8bit 化し、そのMSB を0としたものをMACアドレスとして検知する

ウォームスタートは保持している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MACアドレスを廃棄してMACアドレスを新規に取得する動作を行なう。グループIDは操作しない。

ハウスコードを取得する。

ハウスコードを扱うメディアをVer1.0,2.0,2.1,2.11 ではサポートしない。

(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\_INIT(コールドスタート状態)を返す。

ウォームスタート時は、LOW\_STS\_RST(ウォームスタート状態)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うためのトリガを示す。

(1) 通信停止状態への遷移トリガ

トランシーバの初期化、MACアドレスの取得、ハウスコードの取得完了により遷移する。

(2) 停止状態への遷移トリガ

MACアドレスの取得失敗, または可らかの異常時移行する。

#### 6.5.4 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、通信ソフト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(通信停止状態)を返す。

(3) 物理アドレス取得サービス (LowGetAddress)

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) 初期化処理中への遷移トリガ

初期化処理サービス (LowStart, LowInit) により遷移する。

(3) 停止への遷移トリガ

停止サービス (LowHalt) により遷移する。

#### 6.5.5 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 (動作中状態) を返す。

(3) 物理アドレス取得サービス (LowGetAddress)

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。

<送信シーケンス概要を記述する>

- トランシーバ READY であることを確認して信号を出力する。
- 以降 LonTalk® にしたがって処理が進行する。  
MAC レイヤ - トランシーバ間のシーケンスは、伝送メディア毎に異なる。
- トランシーバは Neuron® Chip の送信要求信号の解除を確認し、出力を終了。  
BUSY 信号を解除する。

(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へ出力する。

<受信シーケンス概要を記述する>

- トランシーバは受信を開始したら、Neuron® Chip に対して衝突検出信号および、BUSY 信号を出力する。
- 受信電文の内、PPDU のみを Neuron® Chip に転送し、トランシーバでの受信を終了した後、衝突検出信号および、BUSY 信号を解除する。  
以降 LonTalk® にしたがって処理が進行する。
- 受け取っ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へ出力する。

(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うためのトリガを示す。

(1) 停止状態への遷移トリガ

終了サービス (LowHalt) により遷移する。

- (2) 一時停止状態への遷移トリガ  
下位通言停止サービス (LowSuspend) により遷移する。
- (3) 初期処理中状態への遷移トリガ  
初期処理サービス (LowStart ,LowInit) により遷移する。
- (4) エラー停止状態への遷移トリガ  
エラーの発生により遷移する。

### 6.5.6 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言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  
エラーの検出により遷移する。エラー処理を行う。
- (2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)  
ステータスとして LOW\_STS\_SUSPEND\_ERROR (エラー停止状態) を返す。
- (3) 下位通言ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)  
下位通言ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行うためのトリガを示す。

- (1) 停止状態への遷移トリガ  
終了サービス (LowHalt) により遷移する。  
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、エラーリターンし、動作を停止する。
- (2) 初期処理中状態への遷移トリガ  
初期処理サービス (LowStart ,LowInit) により遷移する。
- (3) 通常動作状態への遷移トリガ  
エラー要因の解消により遷移する。

### 6.5.7 一時停止状態

一時停止状態とは、通言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言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

下位通信停止サービス (LowSuspend) により遷移する。

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\_SUSPEND (一時停止状態) 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。

## (2) 停止状態への遷移トリガ

終了サービス (LowHalt) により遷移する。

## (3) 初期処理中状態への遷移トリガ

初期化処理サービス (LowStart, LowInit) により遷移する。

## 6.5.8 (Neuron® Chip)NodeID の設定シーケンス

6.5.8項で用いるNode-IDはNeuron® ChipにおけるNode-IDを示しており、ECHONETで規定するMacアドレスに相当する。ECHONETのNode-IDとは第2部7.4.5項に記載する変換規定により一意に対応する。

サブネット内には必ず1ノードがMasterとして存在し、サブネット内の(Neuron® Chip)Node-IDを管理する。Masterの(Neuron® Chip)Node-IDは0x7Eとする。また、(Neuron® Chip)Node-ID=0x7FをNode-ID未確定状態とし、それ以外をSlaveにサブネット内で重複しないように割り当てる。プロトコル差異及び処理層以上との関係においてMaster/Slaveの動作の違いは、トランシーバ以下での通信用意において必要に応じて両者の区別を規定する。(Neuron® Chip)Node-IDの設定については次の2通りを規定する。

### 1. DIP-swなどで設定:

- ・ I/Oポートを利用し、0x01~0x7Dの間の任意の値をサブネット内で重複しないように設定する。

### 2. 通信用意による自動設定:

- 1) Slaveは自身の(Neuron® Chip)Node-IDが未確定の場合、サービスピンメッセージを発行する。
  - 2) サービスピンメッセージを受け取ったMasterは自己のドメインテーブルを参照し、空いているアドレスのデータをサービスピンメッセージを発行したSlaveに返信する。この時送信先SlaveアドレスにはNEURON\_IDを指定する。(MACアドレス返信電文)
  - 3) アドレスデータを受け取ったSlaveは自己のドメインテーブルを書き換え、自己の(Neuron® Chip)Node-IDを設定する。  
この時1)の処理から10秒以内にMasterからの返信がない、または2)の電文フォーマットが正規と異なる場合は以降の動作を中止する。
  - 4) SlaveはMasterに対してSUBNET\_NODE指定で確認信号を送信する。(MACアドレス確認電文)
  - 5) Masterは確認信号に対して、ACK電文を送信。この時2)の処理から10秒以内にSlaveからの返信がない、または4)の電文フォーマットが正規と異なる場合は以降の動作を中止する。
  - 6) SlaveがACKを受信して、一連の(Neuron® Chip)Node-ID取得シーケンスを終了。この時4)の処理から10秒以内にMasterからの返信がない、または5)の電文フォーマットが正規と異なる場合はエラー終了とする。
- ・すでにIDが取得されている状態でトランシーバからNO\_IDを受信した場合はノードがサブネットを移動したものと判断し、現在の(Neuron® Chip)Node-IDを無効として、(Neuron® Chip)Node-ID取得を行う。

DIP-SW 等による登録と自動設定について設定可能なアドレス範囲を区別する。  
メッセージコードの規定、確認信号、ACK の具体値の規定は以下の通りである。

送電文	メッセージコード	アドレスタイプ	APDU (データ)	
サービスピンメッセージ	0x7F	BROADCAST	-	
MAC アドレス通知電文	0x01	NEURON_ID 指定	0x01	MAC
MAC アドレス確認電文	0x02	SUBNET_NODE	0x02	MAC
ACK電文	0x03	SUBNET_NODE	0x03	

## 6.6 ARIB STD-T67 トランシーバ仕様

伝送メディアにARIB 標準規格ARIB STD-T67 を適用した特定小電力無線 (以下ARIB STD-T67) を使用する場合はトランシーバの規格化を行う。

ARIB STD-T67: 特定小電力無線局 テレメータ用およびテレコントロール用無線設備

### 6.6.1 方式概要

ARIB STD-T67 を満足するように送受信処理するために、PPDU に独自のヘッダデータを付加するフレーム変換を行う。この他、キャリアセンス、通信チャネルの自動切換え、グループ ID の登録、ノード間通信確認などLonTalk®では制御できないプロトコル処理をLonTalk®とは非同期で、トランシーバの動作状態ステータスをレイヤ3に直接送受する。

このような処理を行うために特定小電力無線用トランシーバは図6.5に示す通り、Neuron®Chip 以下RFモジュール、両者の仲立ちをするRFマイコン、PPDU とRFモジュールで送受信されるヘッダ付きメッセージの切換を行う送信用 TxSW、受信用 RxSW、識別符号に必要な制御情報などを記憶しておく補助メモリで構成する。

ここで言うRFマイコン、TxSW、RxSW は必ずしもその名が示す、いわゆるマイコンやスイッチである必要はなく、上記機能ブロックが存在すればよく、これらの詳細構成をECHONET では規定しない。

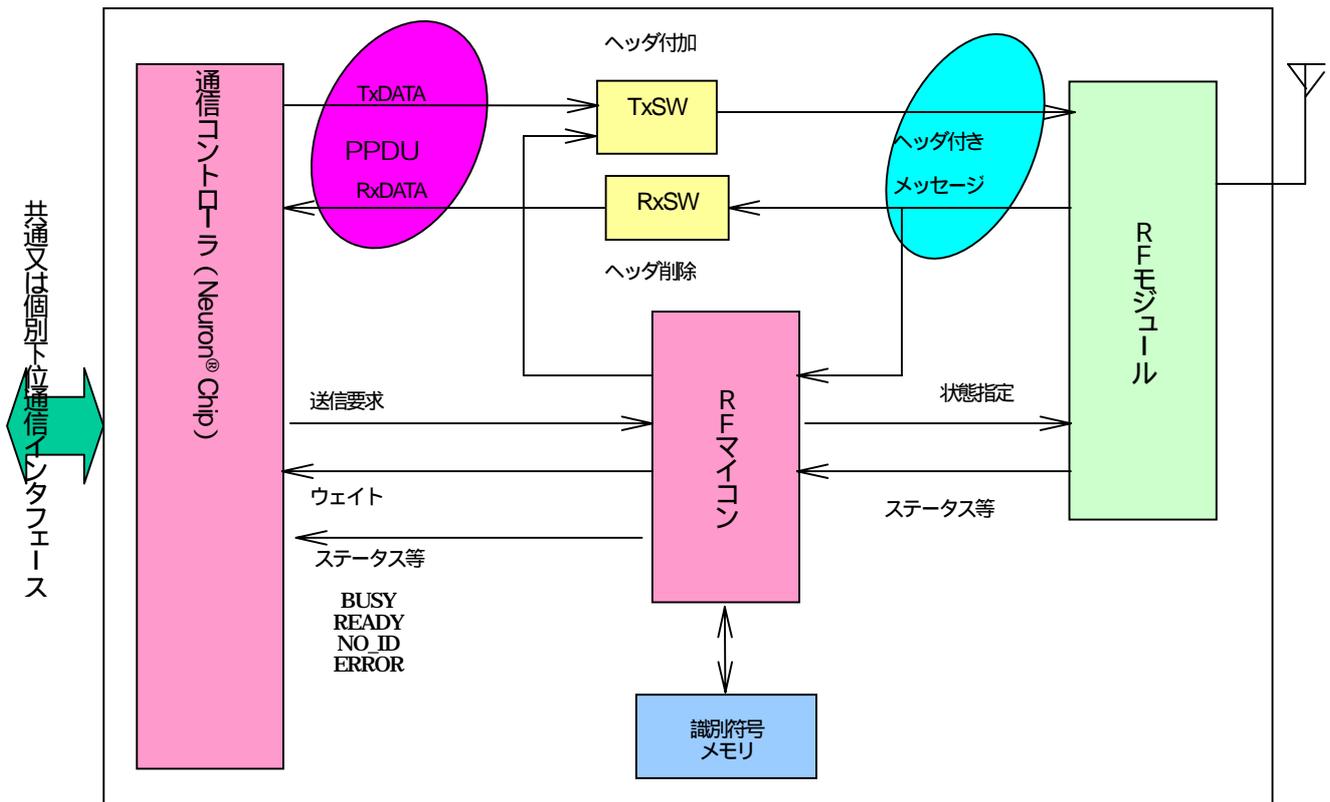


図6.5 トランシーバ構成

## 6.6.2 機械・物理仕様

- ・コネクタ形状：アンテナの種類、形状 およびコネクタ形状は規定しない。  
ただしARIB STD-T67の要件を満足すること。
- ・伝送メディア：400MHz帯連続通信チャンネル7ch~46ch 429.2500MHz~429.7375MHz  
表6.2のようなチャンネルグループを構成し、チャンネルの使用にあたっては6.6.6に記載するチャンネル切り換えシステムを運用する。
- ・トポロジー：フリー。サブネット毎にグループIDを持つ。
- ・その他：グループ登録モード(必須)、テスト信号送出モード(option:ただし、テスト信号の受信処理は必須)の起動手段を備えること。  
グループ登録モードの進行状態を確認できる手段を備えること。

## 6.6.3 電気特性

- ・媒本の電気特性：ARIB STD-T67を満足すること。
- ・伝送速度：差動マンチェスタ2400bps。
- ・変調方式(伝送方式) 2値FSK(F1D) NRZ。また周波数偏斜は $2.1\text{kHz} \pm 0.4\text{kHz}$ のこと。
- ・送受信感度レベルはARIB STD-T67を満足すること。また、特に符号基準感度は $1.4\mu\text{V}$ 以下であること。
- ・チャンネルペア 0,1(7,26,27,46ch)はグループID登録用とする。
- ・RF モジュール部分は基本的に常時受信待ち受け状態で動作しており、以下に提示する通り特定のノード(Master)は定期的を送信動作を行う。従って電源は継続的に常時安定して電力供給可能なものが好ましい。

表6.2 使用チャンネル 周波数帯域：429.2500～429.7375MHz

チャンネルペア	ChA	ChB	
0	8ch	28ch	ペアグループ1
1	10ch	30ch	
2	12ch	32ch	
3	14ch	34ch	
4	16ch	36ch	
5	18ch	38ch	
6	20ch	40ch	
7	22ch	42ch	
8	24ch	44ch	
0	9ch	29ch	ペアグループ2
1	11ch	31ch	
2	13ch	33ch	
3	15ch	35ch	
4	17ch	37ch	
5	19ch	39ch	
6	21ch	41ch	
7	23ch	43ch	
8	25ch	45ch	
0	7ch	26ch	
1	27ch	46ch	

### 6.6.4 論理仕様 (レイヤ1)

レイヤ1電文構成を下記の通りとし、フッタは規定しない。また、データの送付はMSBファーストとする。

ヘッダ							LonTalk® PPDU
第1ヘッダ			第2ヘッダ				
ビット同期	フレーム同期1	識別符号	ビット同期	フレーム同期2	グループID	コマンド	

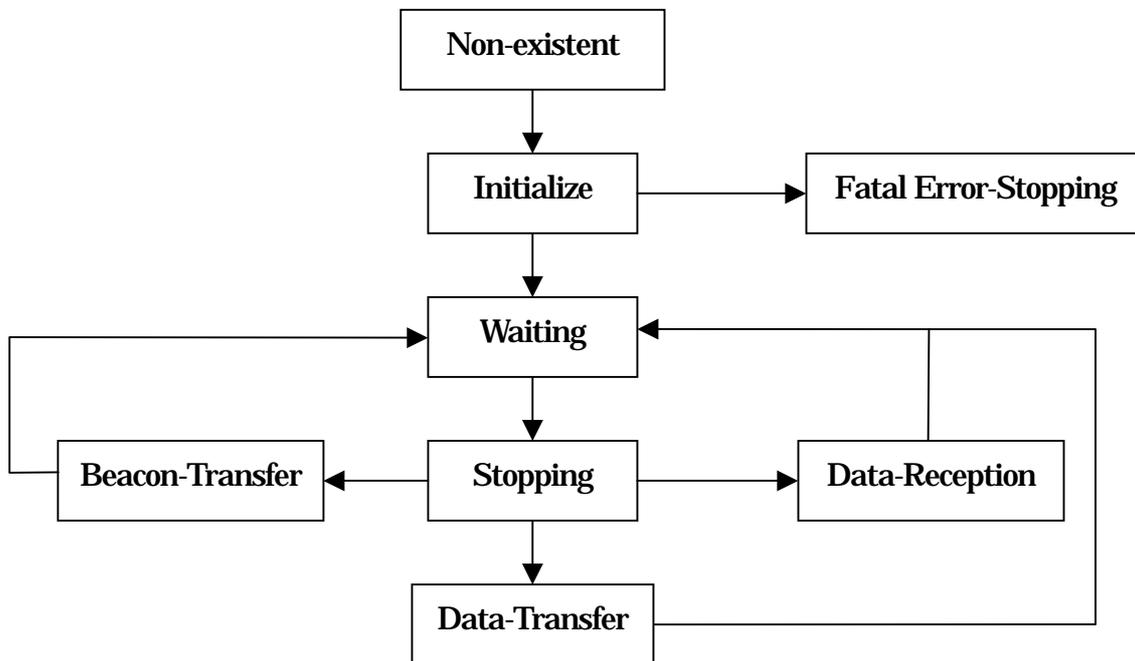
図6.6 ARIB STD-T67レイヤ1電文構成

- 第1ヘッダ：2つの同期信号（プリアンブル：ビット同期信号+フレーム同期1信号）と、それに続く電波法の規定に由来する48ビットの識別符号。
- 第2ヘッダ：2つの同期信号（プリアンブル：ビット同期信号+フレーム同期2信号）と、グループIDと、コマンド。第2ヘッダは複数回送信を認める（1～16）。
- ビット同期信号：システムが1チャンネル分をキャリアセンスするのに十分な長さの”1”の繰り返し（最小50bit、最大120bit）。
- フレーム同期信号は31ビットM系列符号に0/1を加えた32ビット信号とする。  
 フレーム同期1信号：“00011011101010000100101100111110”  
 フレーム同期2信号：“00011011101010000100101100111111”
- 識別符号は各ノードのNeuron® ChipのNeuron\_ID(48ビット)
- グループID：サブネット内でMasterとなるノードが持つ識別符号を使用。  
 Masterを含めたサブネット内のノードすべてに登録(48ビット)
- コマンド：RF部分で判断すべき内容を示すための個別コマンド(32ビット)。  
 最上位ビットb31から最下位ビットb0を次の通り規定する。

グループID登録(GIDCMD="0010000")	: MasterからのグループID送信であることを示す。
グループID登録答(SIDCMD="0100000")	: グループID登録応答であることを示す。
送信スト(ISTCMD="0110000")	: ノード間の送信ストであることを示す。
参照語(MCACMD="1000000")	: 送信データが参照語であることを示す。
LonTalk(LONCMD="1010000")	: コマンド以降にLONメッセージが続くことを示す。
上記以外はFor Future Reservedとする。	

- b31 : Master/Slave フラグに割り当て、Masterの時”1”。
- b30～b24 : コマンド本体
- b23～b20 : 第2ヘッダ繰り返し送信時の残り回数 (F～0)
- b19～b16 : b31～b20までの”1”の数
- b15～b1 : BCH(31,16)によるb31～b16に対するBCH符号
- b0 : 偶数パリティ。
- Neuron® Chip PPDU LonTalk®メッセージ。
- なお、コマンド本体がLONCMD以外の場合、レイヤ1電文はヘッダのみとなる。

### 6.6.5 トランシーバの動作シーケンス



Non-existent : 稼働していない  
 Initialize : アドレス設定、RF回路の初期設定  
 Waiting : 基本は受信待ち。タイマ、キー入力、送信要求待ち。  
 Stopping : LONに対する送信停止要求、各種 request に対応した設定。  
 Beacon-Transfer : 通信チャネルの確保、確認のため定期的に信号を発信。通信テストを含む  
 Data-Reception : データ受信。LONTALK の受渡し、データに対応した各種処理を含む  
 Data-Transfer : データ送信。RF ヘッダと LONTALK PDU を送信  
 Fatal Error-Stopping : アドレス重複検出時の停止、エラー発生時の停止など

### 6.6.6 自動チャンネル切り換えシステム

- ・ サブネット内の特定のノード1つを Master に設定し、Master となるノードはペアグループの中から1つのペアを選択（デフォルトはチャンネルペア0）。
- ・ 選択したペア内の2つのチャンネルで交互にキャリアセンスを行う。
- ・ 一分間経過後どちらかのチャンネルが空いていれば、参照信号を出力。  
いずれか一方が空きの場合はそのチャンネルで参照信号を出力。  
両方のチャンネルが空いていれば chA で参照信号を出力。  
2つとも空いていない場合は、次のチャンネルペアを選択してキャリアセンスから再開。
- ・ Master 以外のノードは、あるチャンネルペアの2つのチャンネルで交互にキャリアセンスを行う（デフォルトはチャンネルペア0）。
- ・ 一分以内に参照信号または、同一サブネット内からの信号を検出しない場合、次のペアにチャンネルを変更。
  - ・ ビーコン周期は1分以内とする。
  - ・ CH遷移はペアグループ1 チャンネルペア0 より8、ペアグループ2 チャンネルペア0 より8を繰り返す。

### 6.6.7 グループID登録

ARIBSTD-T67 ノードはネットワークに参加するための初期設定として、グループID登録を行う。登録されたグループIDは、ネットワークの構成を変更しない限り有効な不揮発性とする。

直接通話可能なノードはECHONETで規定する同一サブネットに属するノード同士で、サブネット毎にユニークなグループIDをもつ。サブネットが異なる場合は、ルータを介して通信を行う。

サブネット内の任意の1つのノード(一般的にはルータとなるノード)をMasterとし、Masterノードの識別符号をグループIDとして使用する。それ以外のノードはSlaveとなり、以下の手順でグループID登録を行う。

- Slaveとして新たにノードをネットワークに参加させる場合、SlaveはID登録用チャンネルペアでグループID登録モードを起動し、MasterからのID送信を待ち受けする。
- 続いてMasterは参照信号を送信した後、ID登録用チャンネルペアに移動してID登録モードを起動し、自己のグループIDを下記フォーマットで送信する。

第1ヘッダ	第2ヘッダ								
	ビット同期	フレーム同期2	グループID (Master識別符号)	ID登録コマンド					
				1	GIDCM D	b23~b20	b19~b16	BCH	P

- Slaveは受信したグループIDを自己のメモリに記憶し、下記フォーマットでMasterに返信する。
- 12秒以内にMasterからの送信が確認できない場合は、グループID登録モードを終了し、動作を停止する。

第1ヘッダ	第2ヘッダ								
	ビット同期	フレーム同期2	グループID (Master識別符号)	ID登録応答コマンド (Slave)					
				0	SIDCM D	b23~b20	b19~b16	BCH	P

- MasterはSlaveからの応答を確認後、下記フォーマットでSlaveに登録完了を通知し、グループID登録モードを終了する。ただし、ID登録コマンドを送信後10秒以内にSlaveからの応答が無い場合、またはSlaveの応答のグループIDが一致しない場合はID登録をやりなおし、最大4回のリトライ(初回を含めて合計5回)でも応答を確認できない場合、グループID登録モードを終了して、通常動作に戻る。

第1ヘッダ	第2ヘッダ						
	ビット同期	フレーム同期2	グループID (Master 識別符号)	ID 登録応答コマンド (Master)			
				1	SIDCM D	b23 ~b20	b19 ~b16

- Slave は返信後 Master からの ID 登録応答コマンドを確認してグループ ID 登録モードを終了する。続いてグループ登録が行われたことを Neuron® Chip に通知し、(Neuron® Chip)Node-ID 設定を要求する (NO\_ID)。 (Neuron® Chip)Node-ID 設定は、通常のチャネルペアで実行。

### 6 . 6 . 8 (Neuron® Chip)Node-ID 設定

(Neuron® Chip)Node-ID はECHONETで規定するMacアドレスに相当する。グループID登録引き続き、(Neuron® Chip)Node-ID の設定を行う。6.5.8 節参照

### 6.6.9 送信方式

- Neuron® Chip からの送信要求(送信イネーブル) および参照信号、テスト信号送信要求イベントの発生に対して Neuron® Chip に衝突検出信号および、BUSY 信号を出力する。
- キャリアセンスなどの手続きを完了させた後に RF 回路を送信モードへ切り換え、空きチャンネルで第1ヘッダ第2ヘッダを RF 出力する。LONCMD 以外の場合はここで RF 回路を受信モードに切り換え、衝突検出信号と BUSY 信号を解除、READY 状態とする。
- 一方 Neuron® Chip は衝突検出信号を受信すると、PPDU の出力を完了または、プリアンブル送出終了時点で中断 (Neuron® Chip の設定により選択が可能。いずれの場合も衝突検出信号が解除される前に出力されたメッセージは RF には出力されない) した後、ランダムマイズされた休止時間をおいて、再送信を試みる。
- RF 出力完了後、Neuron® Chip が PPDU 送信中でないことを確認の上衝突検出信号を解除、RF 出力 (RF 回路への変調入力) を Neuron® Chip 側に切り換える。
- 休止時間終了後 Neuron® Chip が PPDU を送信し、このメッセージが RF に出力される。
- 送信要求信号の解除を確認し、RF 出力を終了。
- RF 回路を受信モードに切り換え、衝突検出信号と BUSY 信号を解除、READY 状態とする。

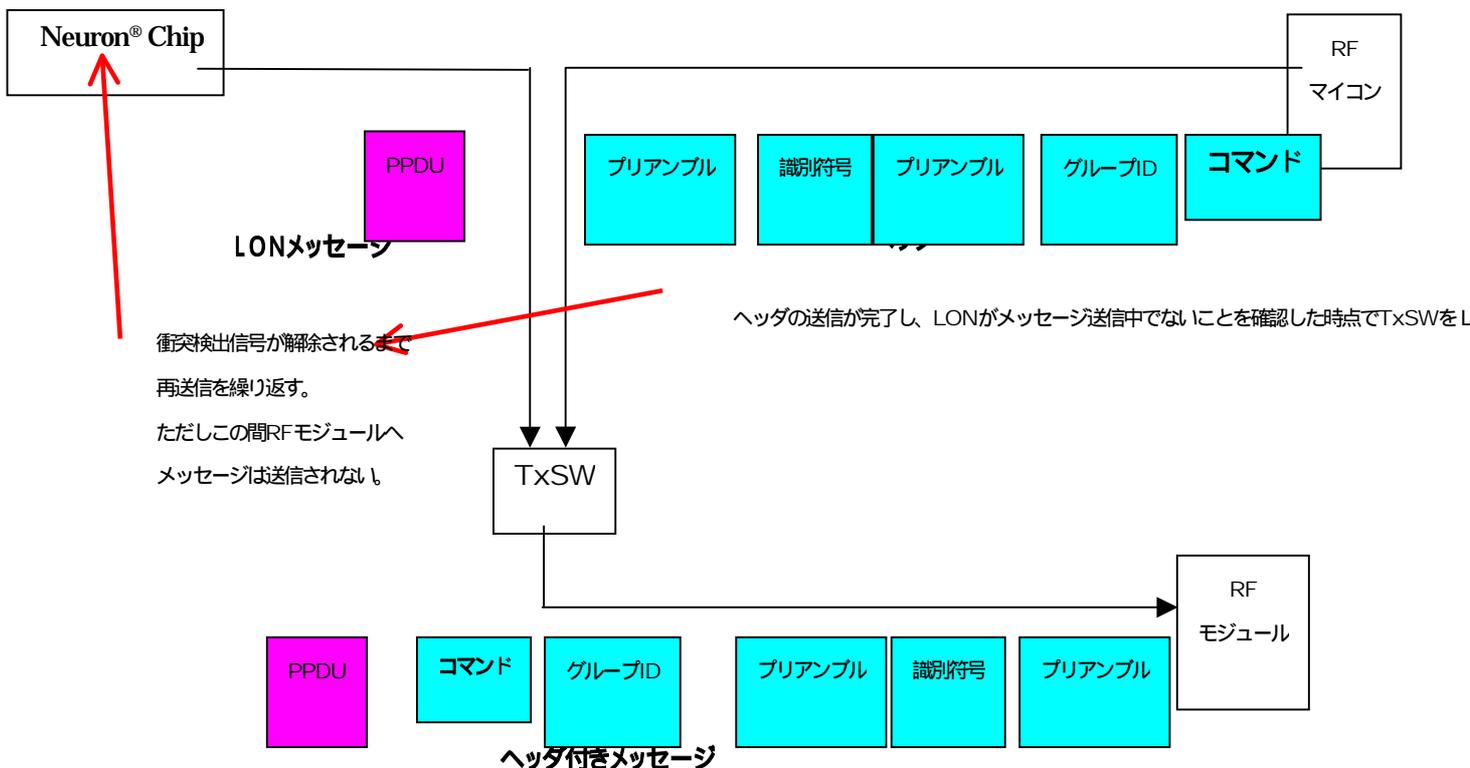


図6.7 Neuron® Chip 使用時 ARIB STD-T67 送信イメージ

### 6.6.10 受信方式

- ・ 受信キャリアありを確認したら、Neuron® Chip に対して衝突検出信号および、BUSY 信号を出力して、受信を開始する。
- ・ 第2ヘッダ内のグループIDを読み取り、自グループのIDとの一致を確認した場合、これに続くコマンドデータを受信し、コマンドデータ内容に従った動作を行う。  
 グループIDが一致しない場合（グループID登録時は除く）は、受信処理を中断する。
- ・ コマンドデータがLONCMDの場合、RxSWを切り換えてPPDUをNeuron® Chipに受信させる。
- ・ 受信キャリアなしを確認して受信を終了する。
- ・ 衝突検出信号および、BUSY 信号を解除、READY 状態とする。
- ・ ACK/NAK/再送: レイヤ1でのACK/NAKの要求や応答、データの再送などは行わず、すべてレイヤ2以上での設定や判断による。

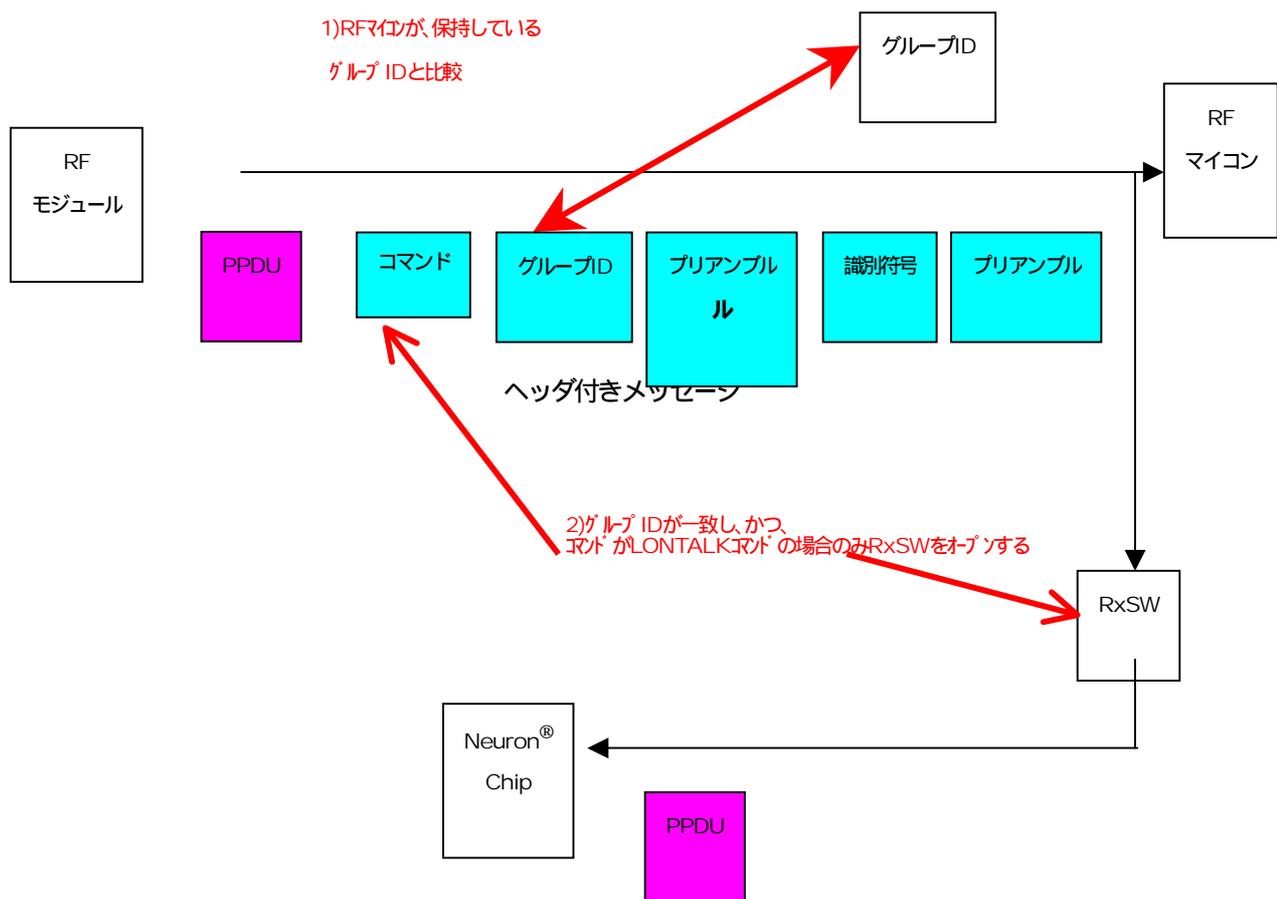


図6.8 Neuron® Chip使用時 ARIB STD-T67 受信イメージ

## 付録 参考文献

- (1) ニューロンチップTMPN3150/3120 データブック
- (2) ニューロンチップ応用ガイド ユーザーズマニュアル
- (3) 分館研殊店の制御ネットワーク LON ワークス TM 概要  
(株)東芝 セミコンダクタ社 国内営業部 105-8001 東京都港区芝浦1-1-1  
(東芝ビルディング)(03)3457-3405
- (4) Neuron C Programmer's Guide
- (5) Neuron C Reference Guide
- (6) LONWORKS® Custom Node Development 技術資料
- (7) Neuron 3150® Chip External Memory Interface 技術資料
- (8) LonTalk® Protocol 技術資料
- (9) Enhanced Media Access Control with LonTalk® Protocol 技術資料  
Echelon Corp. <http://www.echelon.com> <ftp://lonworks.echelon.com>
- (10) ARIB 標準規格 ARIB STD-T67 1.0  
(社)電波産業会(TEL:03-5510-8590 FAX:03-3592-1103)

## 第7章 IP/Bluetooth 通信プロトコル仕様

### 7.1 方式概要

本章では、ECHONET の伝送メディアとして近距離無線規格 Bluetooth™ を UDP/IP とともに収容する方式を規定する。本章で規定する大部分は UDP/IP の 1 アプリケーションとしてのプロトコルを規定するものであり、Bluetooth の優れた通信機能、低消費電力、低コスト性はそのまま踏襲できる。

Bluetooth 機能を収容するに当たり特に以下の 1) 2) 4) 5) , また UDP/IP 機能を収容するに当たって以下の 3) 5) に特に留意した。

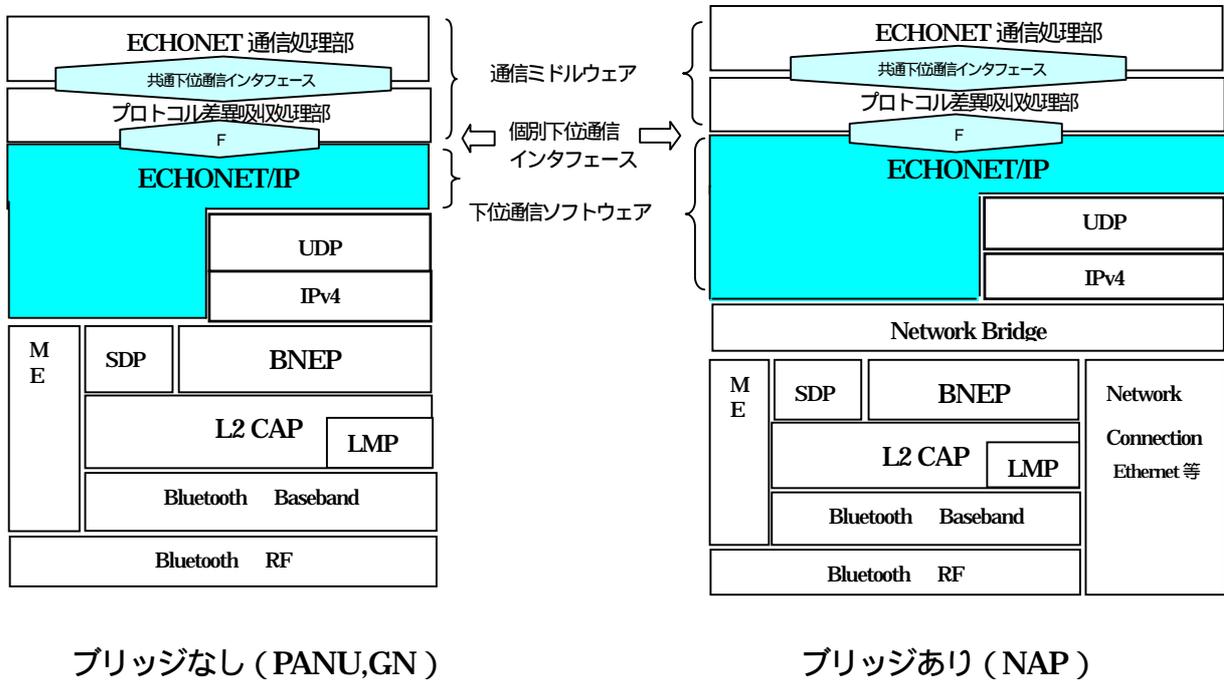
- 1) Bluetooth 認証は搭載機器如何にかかわらず通常ルーチンで取得可能な規格とし、その認証方法は Bluetooth SIG(Special Interest Group)の策定仕様に従う。
- 2) 規格化にあたり、本方式で使用するプロファイルは Bluetooth の Profile Specification での定義範囲を前提とする。今後 Bluetooth でのプロファイルの定義範囲の拡張に伴い、本書も必要に応じて順次バージョンアップするものとする。また Bluetooth の Core Specification で定義されるプロファイル以外の拡張に関しても同様である。  
例) スキャットネット, radio2 等当初考慮外
- 3) ECHONET ミドルウェア以上のレイヤの基本的な変更は行なわない。
- 4) Slave として動作する一般機器の実装負担はできるだけ軽くする様に努める。
- 5) サブネット間ルーティング、他ネットワークとの接続は ECHONET 思想を守る。

Bluetooth を使用する際に重要なのは Generic Access Profile に包含される Bluetooth の各々の用途毎に使用法を厳格に定義しているプロファイルの選定である。本規格では ECHONET のネットワーク機能上最も相応しい Personal Area Networking Profile(以下「PAN プロファイル」という)を使用することにした。

図7.1にレイヤ構成を示す。PAN プロファイルで定義されているように Network Bridge レイヤ有無により2つのケースがあるが、ECHONET レイヤは UDP, IP, Bluetooth 各レイヤ (Bluetooth Network Encapsulation Protocol, Logical Link Control And Adaptation Protocol, Link Manager Protocol, Baseband) Network Bridge の上に位置する。ECHONET レイヤで生成・処理される ECHONET 伝送フレームは UDP/IP パケット, Bluetooth パケット内にカプセル化されてノード間を伝送される。

ECHONET で定義する部位は Bluetooth や UDP/IP から見ればアプリケーションレイヤとして位置付けられる。また ECHONET 通信ミドルウェアから見れば、本章で規定される部位以下はレイヤ 1, 2 に相当する。

個別下位通信インタフェース以上は Bluetooth で定義される Master と Slave での区別はないが、個別下位通信インタフェース以下では規格上は区別するものとする。また本バージョンでは Internet Protocol Version 4(以下「IPv4」)のみ規定し Internet Protocol Version 6 (以下「IPv6」)は規定しない。



SDP: Service Discovery Protocol  
 ME: Management Entity  
 BNEP: Bluetooth Network Encapsulation Protocol

図7.1 レイヤ構成

### 7.1.1 通信モデル

#### (1) トポロジー

Bluetooth で規定される Piconet 内のトポロジーは star 型であり, Piconet 内の互いの Slave, 即ち PAN User (以下「PANU」といふ: Bluetooth PAN プロファイルにて定義) ノード間通信は本書で規定する要件を満たす Network Access Point (以下「NAP」といふ: Bluetooth PAN プロファイルにて定義) または Group-Ad-hoc Network (以下「GN」といふ: Bluetooth PAN プロファイルにて定義) を介して行なうものとする。

Bluetooth の収容規定として次の項目を規定する。

- 1) ECHONET での最小サブネットは Piconet 単位とし, 本書で定義する Bluetooth ノードで構成される。サブネット間の接続は他メディアと同じく少なくとも1つのECHONET ルータにて行なうものとする。また, 当然のことながら Piconet 内には一般の Bluetooth ノードを含んでも良い。具体例を図7.2, 図7.3に示す。また ECHONET ルータを

用いずスキャットネットに接続された図7.4の例は禁止例として掲げる。

ECHONET 以外の任意ネットワークとの接続は、図7.5に示す様に NAP,GN を用いた ECHONET ゲートウェイを用いて接続する。

IP メディア共通の収容規定として次の2項目を規定する。

- 1) 同一 IP サブネット内で、Bluetooth および今後 ECHONET で定義されるであろう IP レイヤを含む、メディアごとに括られる複数のリンクを、ANSI/IEEE Std 802.1D 等で規定されるレイヤ2ブリッジ (NAP のブリッジも該当) により接続し、全体を ECHONET サブネットとする。即ち、レイヤ2ブリッジで接続された異なる ECHONET メディアの集合を1つの ECHONET サブネットと定義する。このことにより、ECHONET ルータを使用することなく異なるメディアの接続手段を可能とし、かつサブネット内でのノード移動時の NetID の変化をなくすことを可能とする。

レイヤ2ブリッジを使用する際は本書で定める ECHONET パケットのタイムアウトを満たすことが条件となる。

なお、Piconet 内には唯一のレイヤ2ブリッジ(NAP)を含み、PANU ノードがブリッジ機能を含むことは禁止する。ブリッジ接続の具体例を図7.6に示す。

- 2) IP ルータで接続された複数の IP サブネットからなるネットワークでは、ECHONET サブネットは各々の IP サブネットに内包される。即ち IP ルータで接続された複数の IP サブネットに構成される IP ネットワークを1つの ECHONET サブネットとすることは禁止し ECHONET ルータにより、ECHONET サブネット間の接続をするものとする。IP ルータを介しての ECHONET 通信は不可とする。具体例を図7.7に示す。

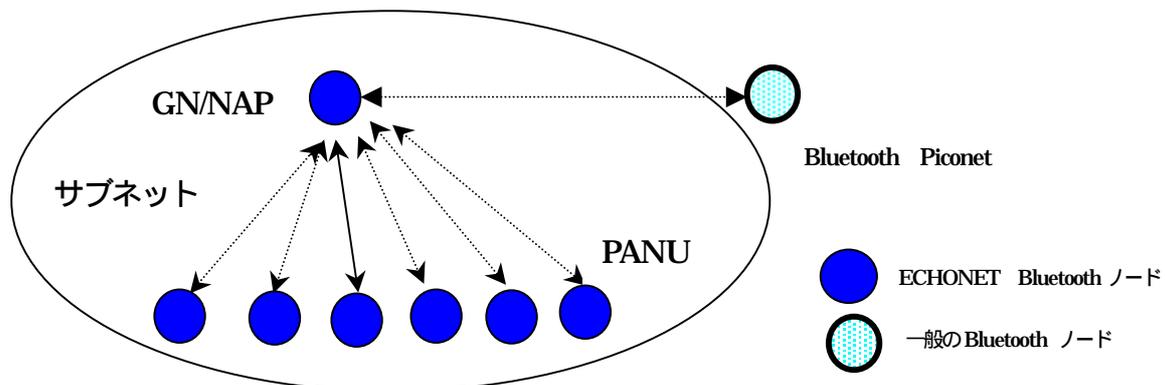


図7.2 サブネットの基本形

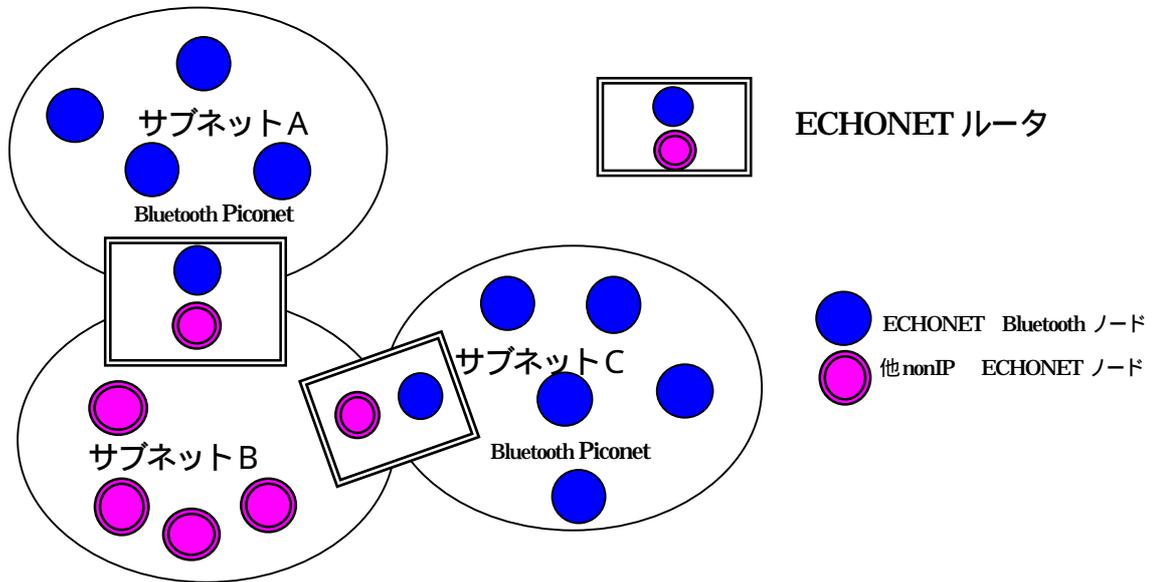


図7.3 ECHONET ルータで接続されたサブネット例

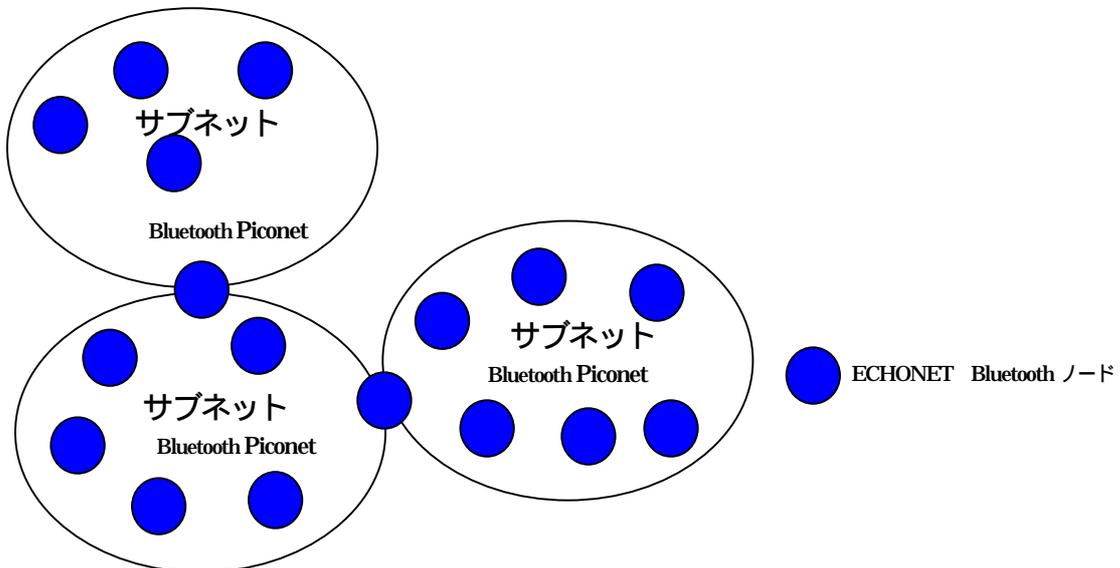


図7.4 禁止されるサブネット接続例 (スキヤッタネット)

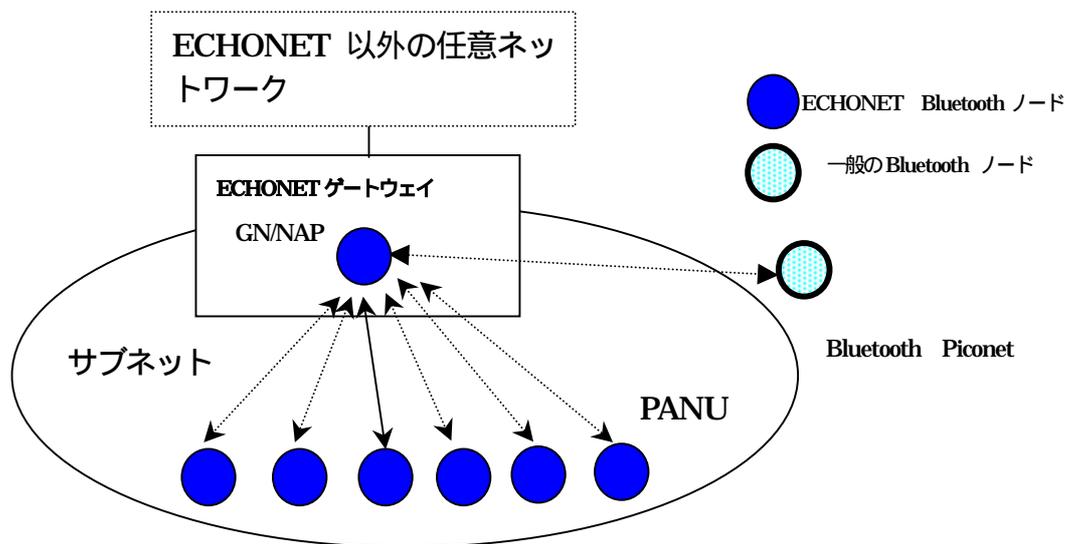


図7.5 ECHONET ゲートウェイでの接続例

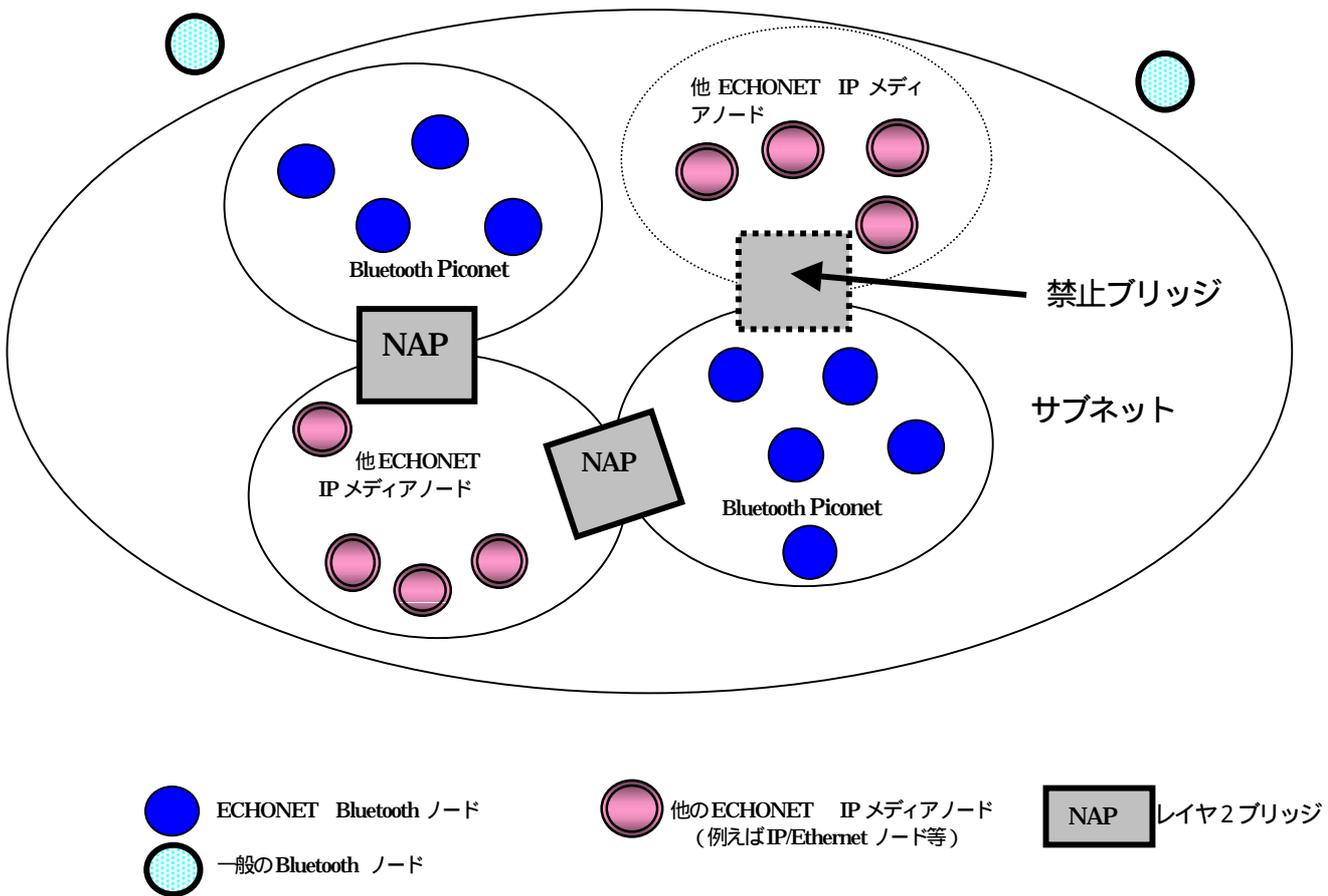


図7.6 レイヤ2ブリッジからなるサブネット例

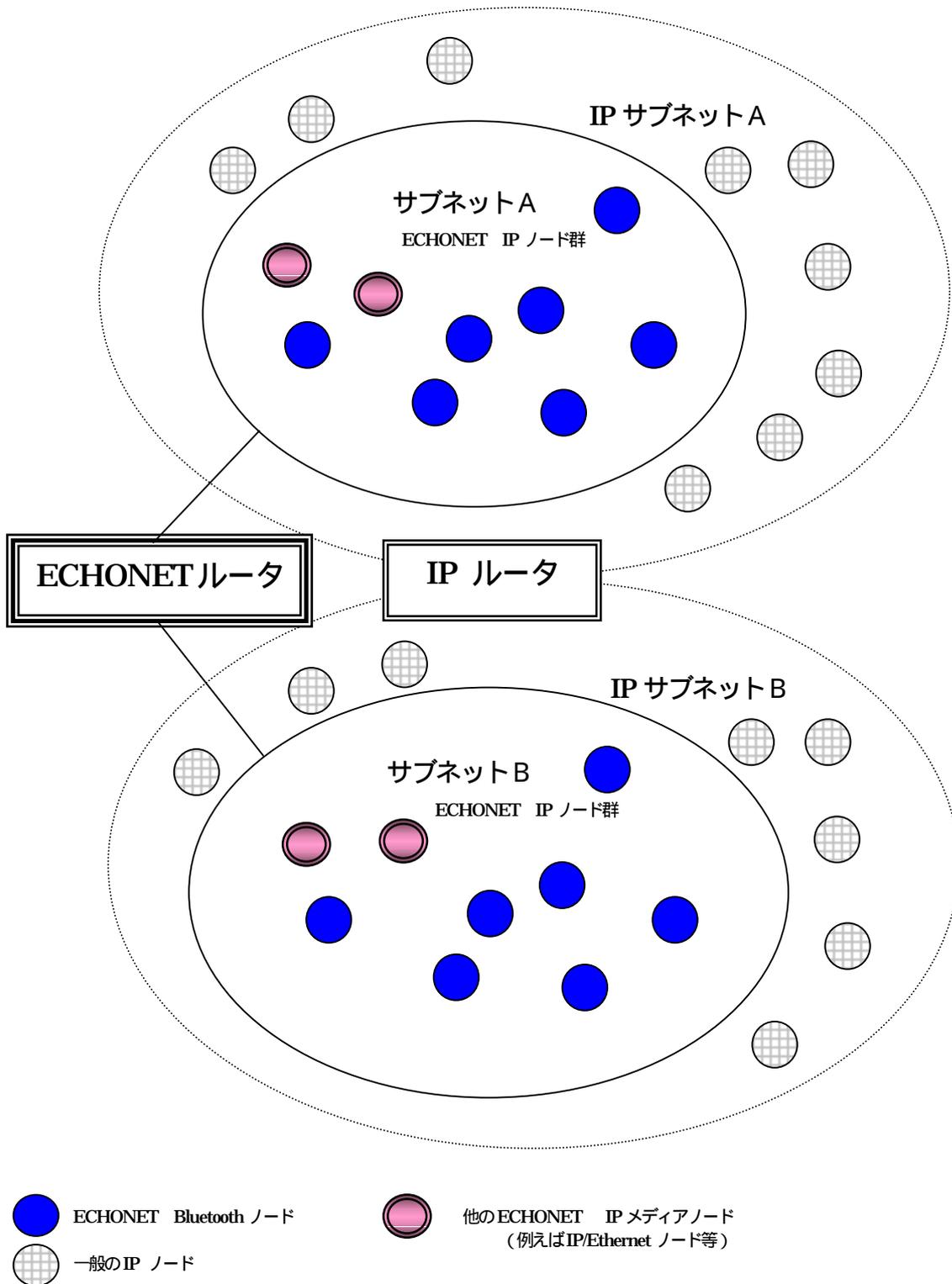


図7.7 IPサブネットとサブネットとの関連

## (2) 端末数制限

Park モードを使用すれば1 Piconet を論理最大値=256 個の ECHONET アドレスを有する Bluetooth ノードで構成可能である。システム設計者、運用者等は必要応答時間、動作時間等を充分考慮の上、トポロジー及び1 Piconet 内最大ノード数(Park 処理のための実装に大きく依存するが、例えば20 個程度)を決めること。なお、Piconet 内の最大同時通信可能ノード(active な PANU ノード)は7 個である。

## (3) パケット長

ECHONET フレームは、Bluetooth の L2CAP パケットのペイロードに BNEP ヘッダ (Max35 Byte), IP ヘッダ (IPv4 Max24 Byte)+UDP ヘッダ (Max8 Byte) とともに、EDC を付加して ECHONET 伝送フレームとして収容される。L2CAP パケットペイロード最大は 65535 (default 値=672) Byte で、ECHONET 伝送フレーム最大許容パケット長 (ECHONET フレーム最大サイズ 262Byte に SA/DA 情報サイズ、EDC サイズを追加したサイズ) を充分サポートできるため、複数の ECHONET 伝送フレームに分割する必要はない。L2CAP パケットは PDU(Protocol Data Unit)により細分化され、Bluetooth で定義されている各種 ACL パケットにより受け渡される。

## (4) タイムアウト時間

PANU,GN,NAP の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、NAP,GN のパケット転送処理時間、PANU 数、PARK モード有無、他のアプリケーションによるリンク占有有無、さら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、ノード総数等の要因でシステム毎、状態毎に夫々異なる値となる。本バージョンではこれらの諸条件と相互接続性を考慮して標準的な固定タイムアウト時間値を規定するものとし、動的にタイムアウト時間値を定める方法等は次バージョン以降必要に応じて定めるものとする。

## 7.1.2 適用規格

次の Bluetooth 関連規格仕様を満たすこと。

- 1) Bluetooth Specification Version1.1 (Core Specification)
- 2) Bluetooth Specification Version1.1 (Profile Specification)
- 3) Bluetooth Specification (Personal Area Networking Profile Version1.0)
- 4) Bluetooth Specification (Bluetooth Network Encapsulation Protocol Version1.0)

なお、上記 1)で規定済みであるが特に日本国内で使用するに当たり ARIB 標準規格 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」を満たすこと。

UDP/IP 関連の規格は 7.6 節に記載している。

### 7.1.3 規格化範囲

本規格は図7.1に示した ECHONET/IP レイヤにより,ECHONET 通信ミドルウェアと Bluetooth 及び UDP/IP 各レイヤとのインタフェース仕様を示すものであり,Bluetooth や UDP/IP 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,Bluetooth 通信機能は Bluetooth レイヤで実現されるが,ECHONET/IP レイヤは必要に応じて Bluetooth レイヤの状態を参照して処理を行ない,必要に応じて Bluetooth 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。

また,本規格は図7.8 ケース1,ケース2の PAN プロファイルを利用する ECHONET 以外のアプリケーションが共存する場合,さらにケース3 PAN プロファイル以外のプロファイルが共存する場合に適用され得るが,他のアプリケーションとの Bluetooth レイヤ上での共存方法は本書では規定しない。

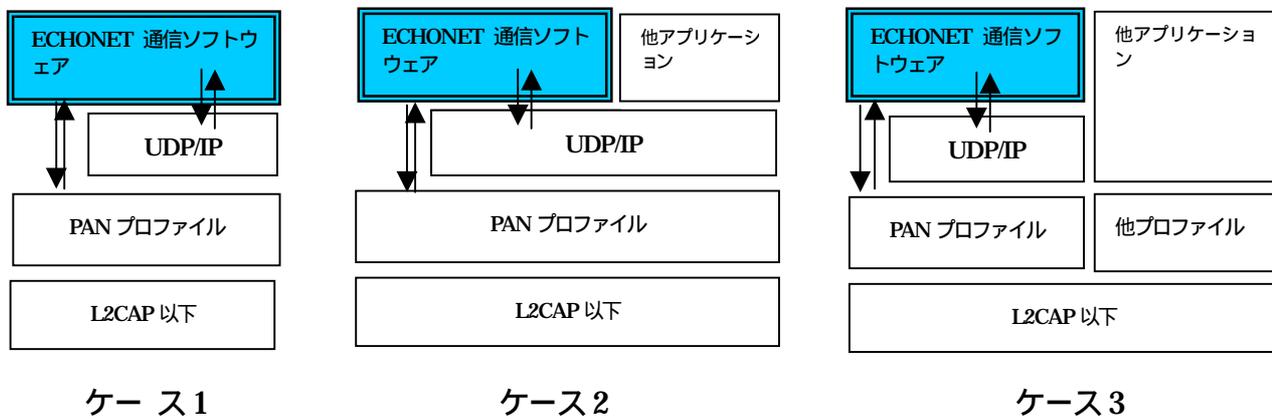


図7.8 ECHONET 通信ソフトウェアの搭載例

本規格では PAN プロファイルで定める PANU,NAP,GN 上での規定を行ない,レイヤ2ブリッジについては PAN プロファイル仕様書の NAP の関連部分,また ANSI/IEEE Std 802.1D 等を参照されたい。

## 7.2 機械・物理特性

本規格は、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」を適用する。

## 7.3 電氣的仕様

本規格は、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」および Bluetooth Specification Version 1.1 (Core Specification) を適用する。

### 7.3.1 伝送方式および伝送信号

#### (1) 電波型式

F1D

F：主搬送波の変調方式 = 周波数変調

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ンネル

D：伝送情報の型式 = データ伝送・遠隔測定・遠隔指令

#### (2) 出力

表 7.1 電波出力

電力クラス	最大出力 (Pmax)	最小出力 (Pmin)	電力制御
1	100mW(+20dBm)	1mW(0dBm)	+4dBm 未満 ~ +20dBm 制御必須 オプション：Popt ~ Pmax
2	2.5mW(+4dBm)	0.25mW(-6dBm)	オプション：Popt ~ Pmax
3	1mW(0dBm)	-	オプション：Popt ~ Pmax

電波出力は、クラス 1 (100mW) / クラス 2 (2.5mW) / クラス 3 (1mW) の 3 種類の電力クラスに分類される。クラス 1 の機器における電力制御機能は必須機能であり、電波出力を +4dBm 以下に制御できなければならない。電力制御のオプションにおける下限電力値(Popt)としては、-30dBm 未満を推奨する。また、電力制御のステップ幅としては、最小ステップ幅 2dB ~ 最大ステップ幅 8dB までの値を用いる。

#### (3) 通信方式 (拡散変調)

周波数ホッピング方式スペクトラム拡散による単信方式 (図 7.9 参照)

ホッピング速度：1600hops/sec (1 タイムスロット = 625 μsec)

79 チャンネルホッピング (1MHz 間隔)

(4) 変調方式

GFSK ( Gaussian Frequency Shift Keying )

BT ( ガウス形ベースバンドフィルタの正規化帯域幅 ) = 0.5

変調指数 0.28 ~ 0.35

(5) 変調速度

1M シンボル / 秒

(6) 受信感度

- 70dBm ( 0.1%以下 BER )

受信感度はビット誤り率 (BER: Bit Error Rate) で規定されており、0.1%以下のBER を達成できることを基準に受信感度を - 70dBm とする必要がある。

(7) 復信方式

TDD ( 時分割復信方式 )

1 スロットは625 μsec であり、送信と受信を交互に行うTDD(Time Division Duplex)方式で双方向の通信を行う。1 パケットで利用可能なスロット数は1・3・5 スロットであり、使用するスロット数によりデータ転送レートが変わってくる。

(8) 接続方式

非同期式接続(ACL:Asynchronous Connectionless)リンク

非対称型最大通信速度 ( DH5 / DH1 パケット ) 723 / 57.6kbps

対称型最大通信速度 ( DH5 パケット ) 433.9kbps

ECHONET ではACL リンクを使用する。ACL リンクはデータ通信を行うために用意されており、非同期の packets 通信を行う。通信速度は使用する packets の種類により異なるが、上りと下りの速度が異なる非対称型の通信時としてはDH5 及びDH1 packets を利用することにより、最大723 (下り)/57.6kbps (上り) のデータレートで通信が可能である。また対称型の通信時としてはDH5 packets を利用することにより、最大433.9kbps の双方向通信が可能である。

転送されるデータはFEC (Forward Error Correction) やARQ (Automatic Retransmission Query) などでエラー訂正を行ない保護される。

### 7.3.2 周波数

#### (1) 使用周波数帯域

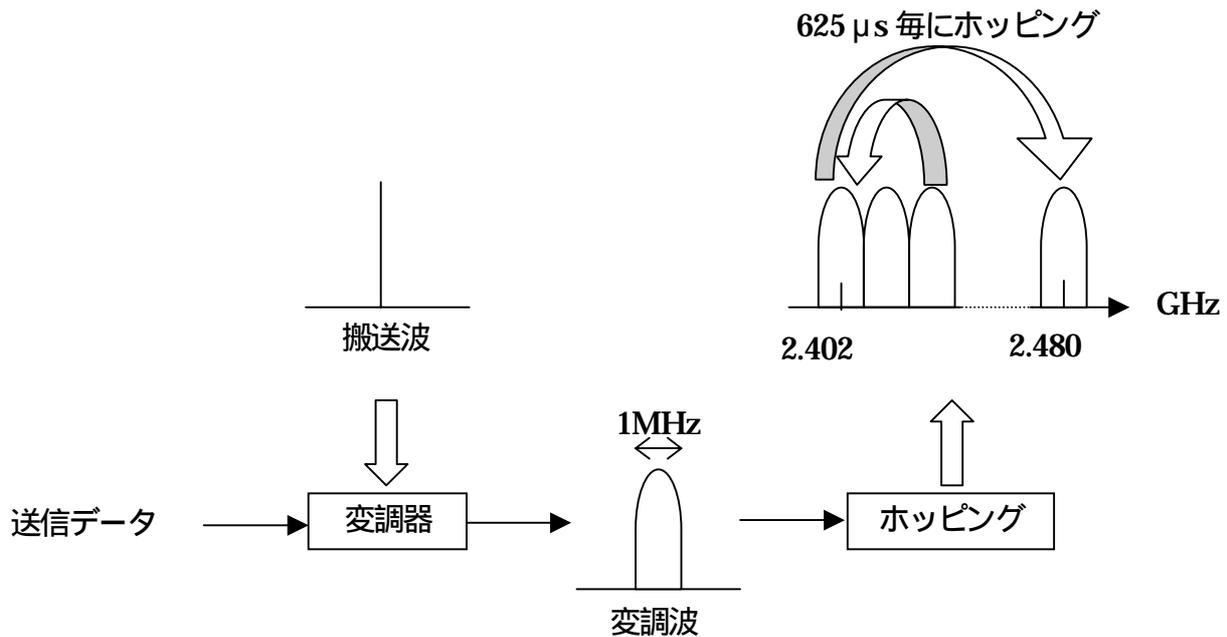
2.4000 ~ 2.4835GHz

ユーザーが無免許で利用できる電波周波数帯である 2.4GHz 帯の ISM (Industrial Scientific Medical) 帯において、「第二世代」電力データ通信システムの無線局として 2.4000 ~ 2.4835GHz を利用する。本帯域では Bluetooth 以外の他の無線局システムも運用されており、他の無線局に対して有害な電波干渉の事例が発生した場合には速やかに電波の発射を停止し、対策を行う必要がある。

#### (2) 通信チャンネル

$2402 + k$  (MHz);  $k = 0, 1, 2, \dots, 78$

ガードバンド ... 下側 2MHz + 上側 3.5MHz



#### 周波数ホッピング方式スペクトラム拡散

= 情報信号で変調された主信号の搬送周波数を、拡散信号に応じて、与えられた周波数帯内でランダムに離散的に切り替え掃引する方式

図7.9 周波数ホッピング方式スペクトラム拡散の略図

## 7.4 論理仕様概要

ECHONET が Internet Protocol (IP) ネットワーク上にて動作する場合、1つの ECHONET サブネットが、1つの IP サブネットにマッピングされる。ここでは、ECHONET 伝送フレームは、IP パケットにカプセル化された上で、IP ネットワーク上を転送される。IP ネットワークとしては、IPv4 と IPv6 とがあるが、本規格では、IPv4 を使用するものとする。そのマッピング仕様については、7.7 節にて詳細を説明する。

各 ECHONET ノードは、それぞれ IP アドレスを持つ。IPv4 の場合の IP アドレスはグローバルユニーク IP アドレス、もしくはプライベート IP アドレスとする。IP アドレスの取得方法は、本規格では特に規定しないが、ECHONET ノードとしての動作は、IP アドレスの取得が前提となる。

ECHONET 伝送フレームを転送する場合の、IP ネットワークの転送プロトコルとしては、コネクションレス型の UDP (ユーザデータグラムプロトコル) を使用する。これは、ECHONET における通信もコネクションレス型の通信であるためである。ECHONET 伝送フレーム (あるいは、関連する制御パケット) を転送する場合の UDP のポート番号は 3610 番を固定的に利用する。1つの ECHONET 伝送フレームは、1つの UDP パケットにカプセル化される。

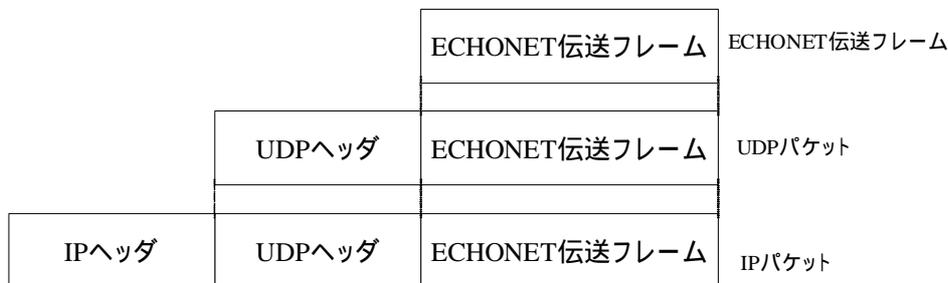


図7.10 ECHONET 伝送フレームのカプセル化

ECHONET 伝送フレームでは、宛先アドレス (送信元アドレス) には ECHONET アドレスが使用される。また、IP ヘッダの宛先アドレス (送信元アドレス) には IP アドレスが使用される。

IP サブネット上で動作する ECHONET ノード (以下、IP/ECHONET ノード) は、ECHONET 用に割当てられた IP マルチキャストアドレスに全て加入する。ECHONET 用の IP マルチキャスト

トアドレスの値は 224.0.23.0 番(申請済)である (IPv4 の場合)。ECHONET 伝送フレームの同報、及びグループ同報は、このIP マルチキャストアドレス宛てのIP マルチキャストパケットにマッピングされて、転送される。

Bluetooth 上での IP パケットの転送の実現方法として、Bluetooth 標準である PAN プロファイルが規定されている。ECHONET の伝送媒体として Bluetooth を利用する場合、このプロファイルを利用する。

IP パケットを Bluetooth 上に転送する場合、BNEP なるレイヤ 3 パケット転送のためのプロトコルが規定されている。これを用いてイーサネットフレームが Bluetooth 上を転送される。プロトコルスタックを以下に記す。

ECHONET
UDP/IP
BNEP
L2CAP
Baseband
RF

図7.11 プロトコルスタック

Bluetooth 上を転送される IP パケットは、BNEP フレームにカプセル化され、これが L2CAP パケットに格納された後、Bluetooth フレームにセグメンテーションされた上で格納され、Bluetooth 上を転送される。Bluetooth 上を転送されるパケットの構成を下記に記す。

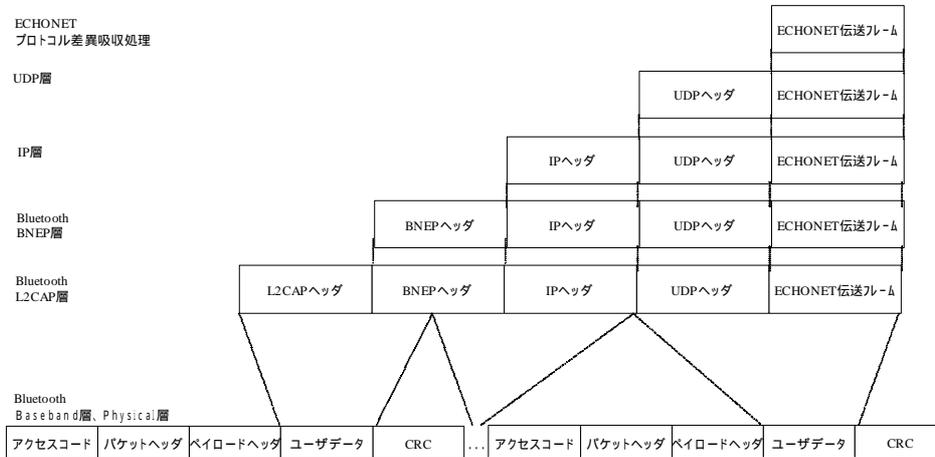


図7.12 パケット構成

ECHONET アドレスの初期化方法 (ECHONET MAC アドレスの決定方法) には、3つの方法がある。1つはMAC アドレスサーバを用いる方法。1つは分散方式と呼ぶMAC アドレスサーバを用いない方法。もう1つは、手設定でECHONET MAC アドレスを決定する方法である。

なお、MAC アドレスサーバを必ず用いて、ECHONET MAC アドレスを定める必要がある場合を考慮して、「サーバ必須モード」(SR - MODE) なるアドレス設定モードと、MAC アドレスサーバが存在しない場合には分散方式でECHONET MAC アドレスを決定する機構を動作させる「オートモード」(A - MODE)、及び手動でECHONET MAC アドレスを定義する「手設定モード」(M - MODE) の3つのアドレス設定モードが規定されている (詳細は、表7.25を参照)。

以下にMAC アドレスサーバを用いる方法を説明する。この方法では、サブネット内に高々1つのMAC アドレスサーバが存在し、このMAC アドレスサーバが、サブネット内の全てのECHONET MAC アドレスを管理している。MAC アドレスサーバがサブネット内に存在している場合には、ECHONET ノードは、その立ち上げ時に、MAC アドレスサーバからECHONET MAC アドレスをもらうことになる。以下に、MAC アドレスサーバがサブネットに存在する場合における初期化シーケンスの一例の概要を示す。

ECHONET 機器は、立ち上げ時に自分のECHONET MAC アドレスを決定するために、サブネット内に「MAC アドレス初期化要求パケット」と呼ぶパケットをマルチキャストする。MAC アドレスサーバがサブネット内に存在する場合には、そのECHONET ノードが使用するべきECHONET MAC アドレスを、MAC アドレスサーバが、MAC アドレスサーバ初期化応答パケットにて送信する。その他、サブネット内の全てのノードからの各種アドレス情報の収集 (MAC アドレス初期化応答の受信) を行なう。続いて、ECHONET 通信処理部がECHONET アドレスの決定を行なう。

ここで、「ECHONET MAC アドレス」とは、従来のECHONET 規格における定義の通り、ECHONET 伝送メディア (本章では、IP/Bluetooth) における通信を実現するアドレスのことで

あり、Bluetooth アドレスとは区別する。本章では、Bluetooth アドレスは「ハードウェアアドレス」と表現する。

### ECHONET MACアドレス初期化シーケンスの例(アドレスサーバ方式)

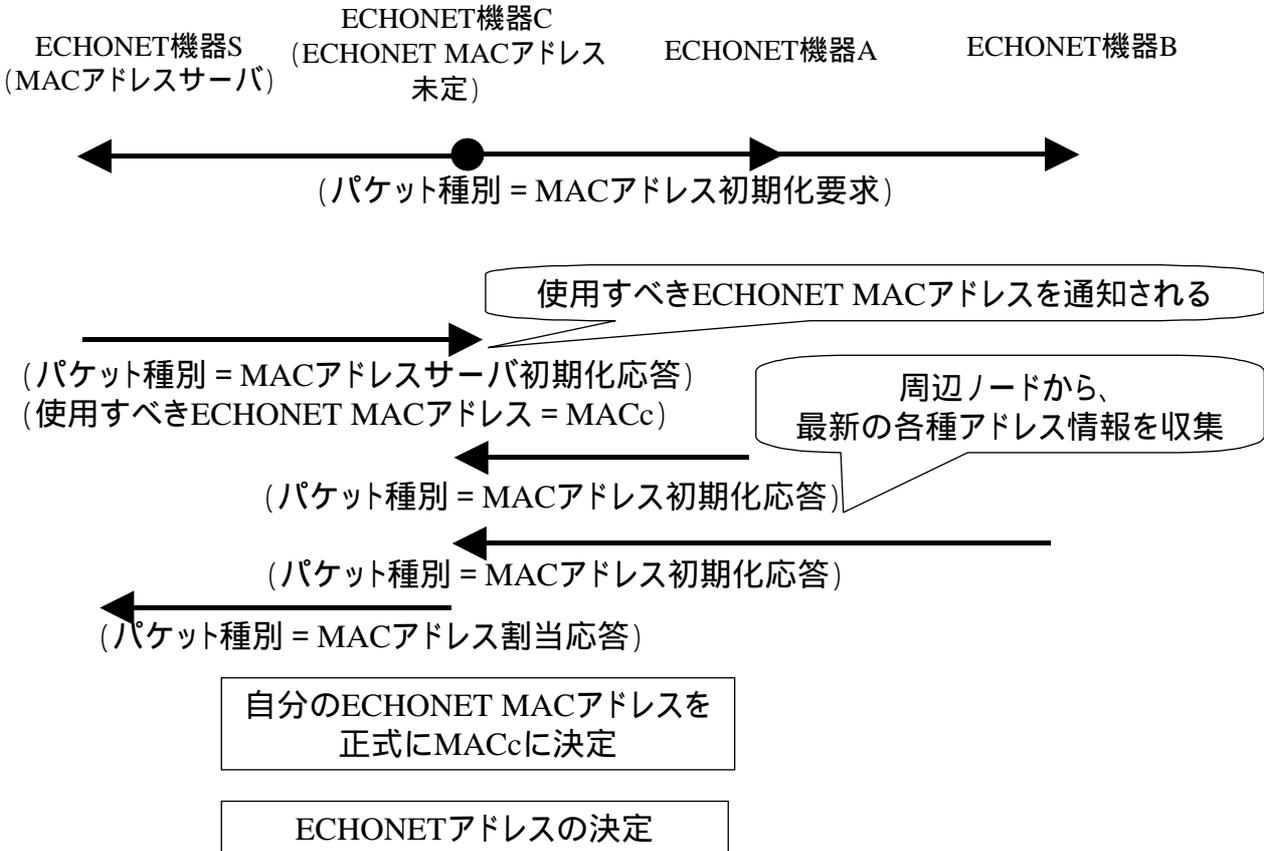


図7.13 ECHONET MAC アドレス初期化シーケンスの例(アドレスサーバ方式の場合)

次に分散方式と呼ぶ、MAC アドレスサーバを用いずに、自律分散的に ECHONET MAC アドレスを決定する方式を説明する。この方法では、サブネット内に MAC アドレスサーバが存在しないため、各ノードが自律分散的に ECHONET MAC アドレスを決定する。MAC アドレスサーバが何らかの原因で故障してしまった場合にも、この分散方式に自動的に切り替わる。下図に、MAC アドレスサーバがサブネットに存在しない場合の初期化シーケンスの一例を示す。

MAC アドレスサーバ方式と同様に、ECHONET ノードは、立ち上げ時に、サブネット内に「MAC アドレス初期化要求パケット」をマルチキャストする。本例では、MAC アドレスサーバは存在しないため、サブネット内に存在する全ての ECHONET ノードから、これらのノードの現時点における各種アドレス情報が送信される。これらの各種アドレス情報を総合して、現在そのサブネットで使われていない ECHONET MAC アドレスを選択して、自分の ECHONET MAC アドレスとして決定する。引き続き、ECHONET 通信処理部により ECHONET アドレスの決定が行なわれる。

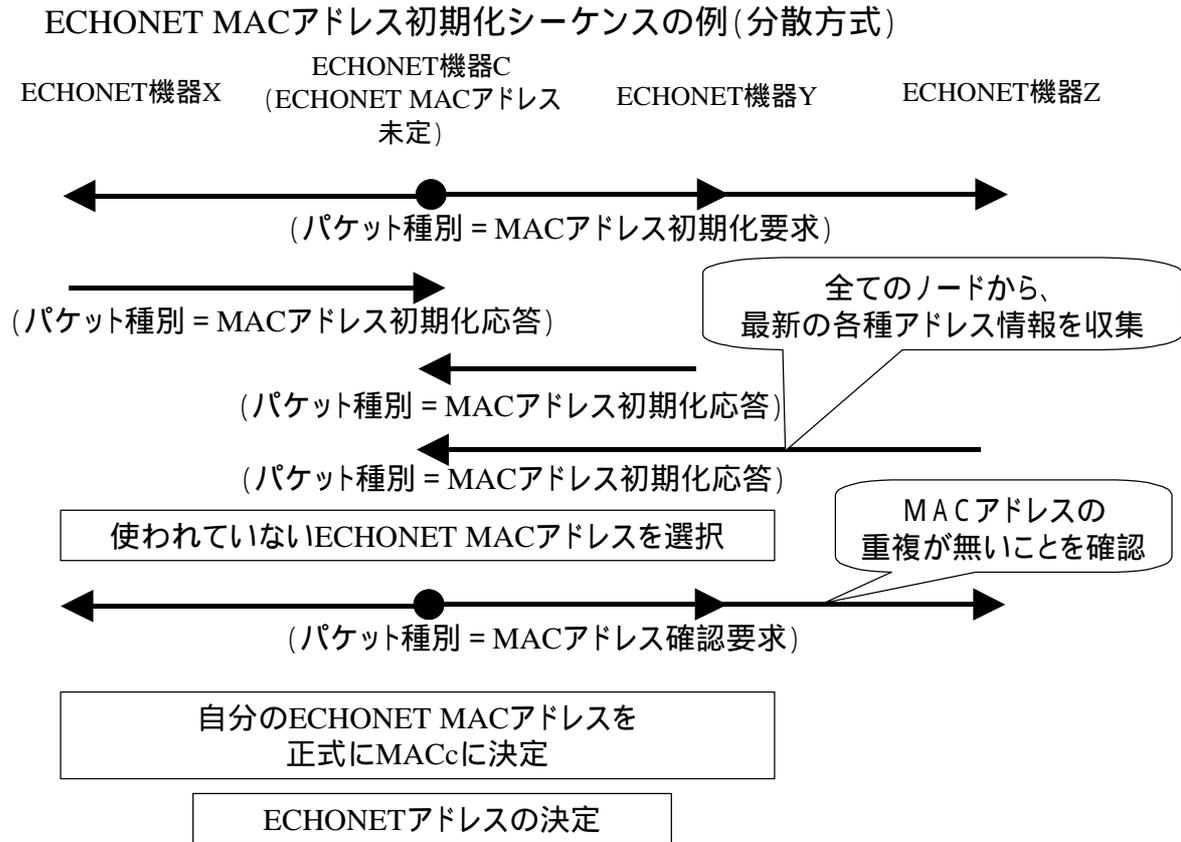


図7.14 ECHONET MAC アドレス初期化シーケンスの例(分散方式の場合)

このアドレス初期化の手順が終了すると、各 ECHONET ノードの ECHONET アドレスが確定し、ECHONET 通信を開始できる。ECHONET 通信は、UDP パケット上にて行なわれる。

各 ECHONET ノードは、相手の ECHONET MAC アドレスはわかるが、IP アドレスがわからない、という場合には、「MAC アドレスから IP アドレス」へのアドレス解決を行なう。例えば、下図において、ECHONET 機器 C が、ECHONET 機器 A (ECHONET MAC アドレス = MACa) と通信する場合を考える。ここで、機器 A の IP アドレスを、機器 C がわからない場合、まず MAC/IP アドレス解決要求をサブネット内にマルチキャストする(宛先 IP アドレスは、ECHONET 用 IP マルチキャストアドレス)。MAC/IP アドレス解決要求には、解決したい ECHONET MAC アドレスである MACa が含まれる。これを受信した機器 A は、自分の IP アドレス、及びハードウェアアドレス (Bluetooth アドレス) を、MAC/IP アドレス解決応答にて答える。機器 C は、このアドレスの対応を、内部のアドレステーブルに記憶する。

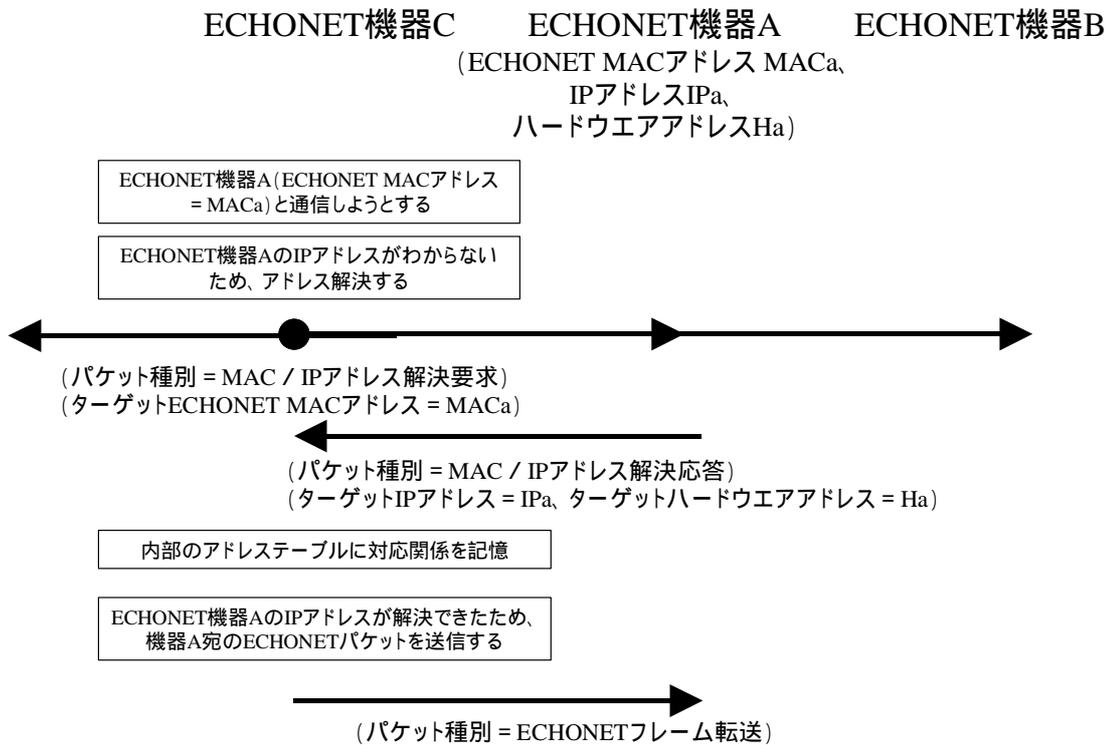


図7.15 MAC/IP アドレス解決

## 7.5 論理仕様 (Bluetooth レイヤ以下)

### 7.5.1 Bluetooth

Bluetooth は,SCO (Synchronous Connection Oriented) リンクと ACL (Asynchronous Connection Less) リンクと, 2種類の通信リンクを持つ。SCO リンクは,回線交換型の通信リンクで,リアルタイム性が要求されるアプリケーションに用いられ,主に音声アプリケーションが利用する。ACL リンクは,パケット型の通信リンクで,ベストエフォートベースのデータ通信アプリケーションが利用する。IP/Bluetooth 通信プロトコル仕様の ECHONET は,ACL リンクを利用して通信を行なう。

Bluetooth は,以下のパケット構造をもつ。

アクセスコード	パケットヘッダ	ペイロード
---------	---------	-------

図7.16 Bluetooth のパケット構造

この中で,アクセスコードは,直流成分除去,Piconet 識別,タイミング抽出の機能を持つ。

パケットヘッダは、ベースバンド層における通信リンクを制御するために必要なヘッダである。パケットヘッダには、AM\_ADDR と呼ばれる3ビットの識別子があり、Bluetooth は、この値を用いて、Bluetooth Piconet 内のノードを識別する。

また、ペイロードは、ペイロードヘッダ、ペイロードボディ、CRC から構成される。ACL パケットの場合、ペイロードヘッダは、長さフィールド等の、ベースバンド層よりも上位層のデータを制御するために必要な機能を持つ。

下表は、Bluetooth のパケット種別と、ECHONET フレームとの関係を示したものである。Bluetooth の ACL パケットとしては以下の6タイプが定義されているが、ECHONET フレームとしては、デフォルトとして DM1 パケットを利用するものとする。その他の ACL パケットタイプの利用は、オプションで可能である。

表7.2 Bluetooth のパケット種別と ECHONET フレームとの関係

ACL パケットタイプ	ペイロードヘッダ byte	ユーザデータ byte BT 定義	誤り訂正符号 FEC	誤り検出符号 CRC	最大データ速度 対称型 kbps	最大データ速度 非対称型 kbps		ECHONET 使用
						順方向	逆方向	
DM1	1	0-17	2/3 rate	有り	108.8	108.8	108.8	必須
DH1	1	0-27	無し	有り	172.8	172.8	172.8	オプション
DM3	2	0-121	2/3 rate	有り	258.1	387.2	54.4	オプション
DH3	2	0-183	無し	有り	390.4	585.6	86.4	オプション
DM5	2	0-224	2/3 rate	有り	286.7	477.8	36.3	オプション
DH5	2	0-339	無し	有り	433.9	723.2	57.6	オプション

Bluetooth では、ACL パケットタイプ別に、パケットに付与される誤り訂正符号 (FEC) や、再送制御のための誤り検出符号 (CRC) が規定されている。

Bluetooth では、Bluetooth セキュリティとして、伝送パケットの暗号化や、ノード間の認証をサポートしている。ECHONET ノードとしては、無線上のセキュリティ確保の観点から、Bluetooth セキュリティの使用を強く推奨する。

## 7.5.2 PAN プロファイル

Bluetooth 上での IP 通信実現のためのプロファイルとして、PAN プロファイルが規定されている。このプロファイルでは、IP over Bluetooth の実現方法として、ネットワークアクセスポイント (NAP) シナリオ、グループアドホックネットワーク (GN) シナリオの2つのシナリオが紹介されている。

ネットワークアクセスポイントシナリオでは、インターネットに接続された Bluetooth アクセスポイントを介して、Bluetooth ノードが IP パケットのやり取りを行ないながら、インターネット接続を行なうシナリオが説明されている。

一方、グループアドホックネットワークシナリオでは、モバイルノードのアドホック接続を主なターゲットとしている。ここでは、Piconet Master (グループアドホックネットワーク) に対して、Bluetooth ノードが接続するが、通信は Bluetooth Piconet 内に閉じたものとなる。しかし、通信はあくまで IP パケットを通じて行なわれる。

下記に、ネットワークアクセスポイント、グループアドホックネットワーク、それぞれのシナリオについて、図示する。ここで、ネットワークアクセスポイントシナリオにてアクセスポイントを構成するノードを NAP (ネットワークアクセスポイント)、グループアドホックネットワークシナリオにおいて Master を構成するノードを GN (グループアドホックネットワーク)、それぞれにおいて Master に Bluetooth 接続するノード (スレーブ) を PANU (PAN ユーザ) と、それぞれ呼ぶ。

PAN プロファイルでは、NAP、及び GN におけるブロードキャスト、及びマルチキャストの実現方法について述べている。受信したパケットの宛先アドレスがブロードキャストアドレスであったり、マルチキャストアドレスであったりする場合には、NAP、及び GN は、そのパケットを適切に該当する (複数の) 受信ノードに転送することが求められている。

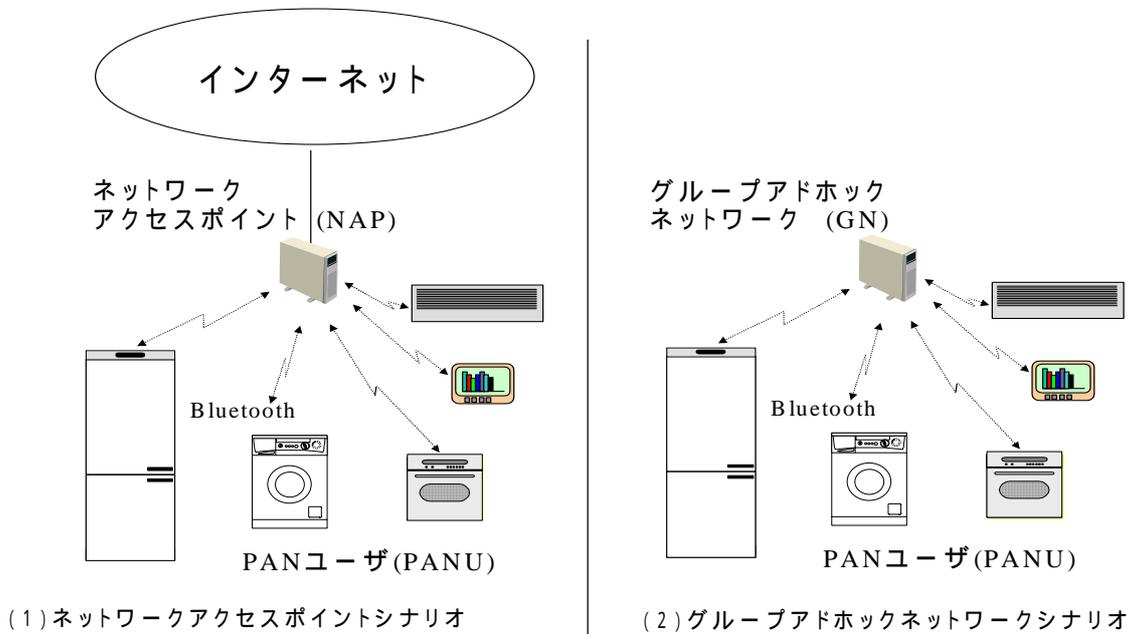


図7.17 ネットワークアクセスポイントシナリオとグループアドホックネットワークシナリオ

Bluetooth 上で、IP パケットの転送を実現するためのプロトコルとして、BNEP が規定されている。BNEP (Bluetooth Network Encapsulation Protocol) は、下図のように、イーサネットフレームのイーサネットヘッダを取り除き、BNEP ヘッダで置き換える形でパケットを形成し、Bluetooth の L2CAP リンク上を転送する。このイーサネットペイロードに IP パケットを搭載することにより、IP パケットの Bluetooth 上での転送が実現される。

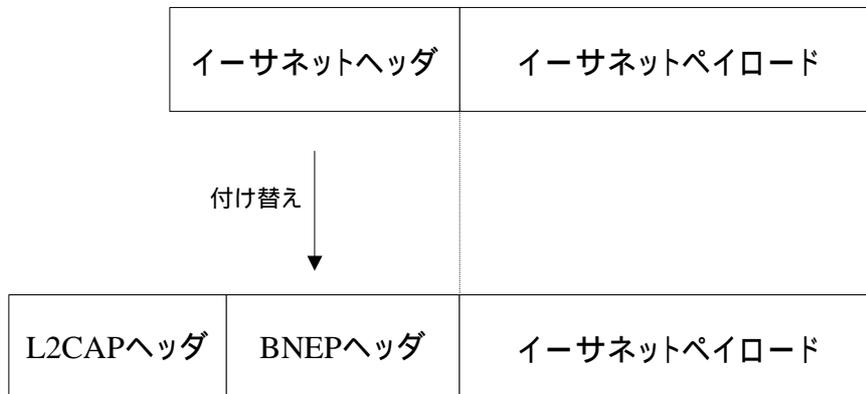


図7.18 BNEPのパケット構成

BNEPヘッダの基本フォーマットを図7.19(1)に記す。BNEPタイプの値により、その後のヘッダフォーマットが決定される。基本的なBNEPヘッダの例を図7.19(2)に示す。ここで、ソースアドレスや宛先アドレスとなっているノードが、そのBluetooth Piconet上に存在するノードである場合には、そのアドレス表記が省略される場合がある。詳細は、Bluetooth Specification (Bluetooth Network Encapsulation Protocol Version 1.0)のスペックを参照のこと。

BNEPタイプ	E	BNEPタイプ依存(可変長)
---------	---	----------------

(1) BNEPヘッダフォーマット

BNEPタイプ	E	あて先アドレス	
あて先アドレス(続き)		ソースアドレス	
ソースアドレス(続き)			
ソースアドレス(続き)	ネットワークプロトコルタイプ	拡張ヘッダ等	

(2) BNEPヘッダフォーマットの例

図7.19 BNEPのヘッダフォーマット

また、BNEPでは、プロトコルタイプ、マルチキャストパケットのフィルタリングの設定を行なうことができる。プロトコルタイプのフィルタリングとは、指定したプロトコル以外のパケットの送信をフィルタリング(拒否)することを、通信相手に対して申請することができるメカニズムである。マルチキャストパケットのフィルタリングとは、指定したマルチキャストアドレスについての加入・脱退を、通信相手に対して申請することができるメカニズムである。Bluetoothスレーブが、フィルタ制御パケットをBluetooth Masterに送信することで実現される。

ECHONETをサポートするノードは、ボンディング手順をサポートしていることとする。

また、ECHONETの個別通信は、BluetoothのBNEPにて定義されるユニキャストを使って実現される。一方、ECHONETのグループ同報と同報は、BluetoothのBNEPにて定義されるマルチキャスト/ブロードキャスト、及びIPマルチキャストの仕組み(図7.20参照)を使って実現される。

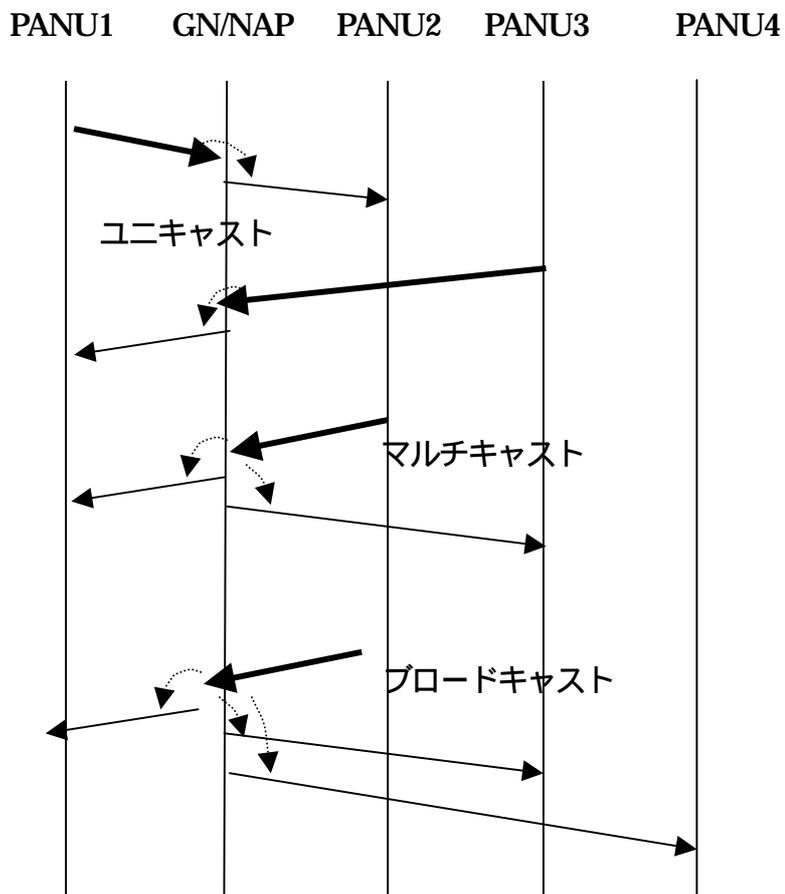


図7.20 Bluetoothのユニキャストとマルチキャスト/ブロードキャスト

## 7.6 論理仕様 (IP レイヤ)

本レイヤでは、UDP/IP を使用する。

### (1) IPv4

#### (A) 使用プロトコル及び関連 RFC

ECHONET/IP レイヤにおいては、以下のプロトコルの実装を必須とする。

IP v4	RFC 791 Internet Protocol
ARP	RFC 826 Address Resolution
ICMP	RFC 792, RFC 950
UDP	RFC 768 User Datagram Protocol
DHCP	RFC1541 Dynamic Host Configuration Protocol RFC1122 Requirements for Internet Hosts

以下の RFC は参考とする。

IGMP	RFC1112 Internet Group Multicast Protocol RFC1597 Address Allocation for Private Internets
------	---

#### (B) 使用 IP アドレス

本レイヤをサポートするノードは、それぞれ IP アドレスを持つ。各ノードが使用する IP アドレスの範囲は特に規定しない。プライベート IP アドレス、グローバル IP アドレスのいずれも使用可能とする。

#### (C) マルチキャストアドレス

本レイヤでは、マルチキャストアドレス 224.0.23.0 (IPme)を使用する。本レイヤをサポートするノードはこのアドレス宛てパケットを送受信できなければならない。

#### (D) DHCP

本レイヤをサポートするノードは DHCP サーバによりアドレス設定情報を取得する機能をもつこととする。また、運用においては DHCP サーバを IP ネットワーク内に設置することを推奨する。

#### (E) 手設定等での IP アドレス取得方法

DHCP 以外の IP アドレスの設定方法については規定しない。

#### (F) ルーティング

IP ルータを越えて ECHONET/IP のパケットを転送する運用は想定しない。本レイヤは

他のIPサブネットワーク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サブネットワーク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。

## (2) UDP

### (A) UDP 関連 RFC

ECHONET/IP レイヤにおいて、ノード間の通信はUDPを用いて行なう。  
UDPの詳細は以下のRFCを参照のこと。

#### RFC768 User Datagram Protocol

### (B) PORT 番号

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。

## 7.7 論理仕様 (IP / Bluetooth インタフェースレイヤ)

### 7.7.1 UDP インタフェース

UDP/IP アプリケーションから UDP/IP にアクセスする場合には、一般に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/IP インタフェース仕様書を参照されたい。

### 7.7.2 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、インターネット上で UDP パケットでカプセル化されて転送される。これらのパケットは、UDP のポート番号 3610 番がつけられて転送される。このポート番号は、受信側のポート番号について、つけられるものである。これは、ユニキャストパケット、マルチキャストパケット、ブロードキャストパケットに関係なく、全てのパケットについて、同じポート番号が付けられる。

この UDP ポート上で転送される、ECHONET フレーム、及びその制御パケットには、以下の種類がある。

- ・ ECHONET フレーム転送
- ・ MAC/IP アドレス解決要求 / 応答 (ECHONET MAC アドレスから IP アドレスを解決)
- ・ IP/MAC 逆アドレス解決要求 / 応答 (IP アドレスから ECHONET MAC アドレスを解決)
- ・ ハード/MAC 逆アドレス解決要求 / 応答 (ハードウェアアドレスから ECHONET MAC アドレスを解決)
- ・ MAC アドレス初期化要求 / 応答 / MAC アドレスサーバ初期化応答
- ・ MAC アドレス割当応答
- ・ MAC アドレス確認要求 / 応答
- ・ MAC アドレス全ノード要求 / 応答
- ・ MAC アドレスサーバ検出要求 / 応答 / MAC アドレスサーバ通知
- ・ ネットワーク管理メッセージ

これらのパケットが、同一の UDP ポートに多重化されるため、パケットタイプ番号を用いて多重化を行なう必要がある。このため、これらのパケットは、以下のフォーマットで UDP パケットに多重化される。なお、下記のバージョン番号には 0x01 を入れること。(図 7.2.1 参照)

バージョン番号 (0x01)	パケットタイプ 番号	パケットタイプ番号依存
-------------------	---------------	-------------

図7.21 各種パケットのパケットフォーマット

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。

表7.3 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	ECHONET フレーム転送	アドレスサーバを除く全ノード必須
1	MAC/IP アドレス解決要求	全ノード必須
2	MAC/IP アドレス解決応答	全ノード必須
3	IP/MAC 逆アドレス解決要求	全ノードオプション
4	IP/MAC 逆アドレス解決応答	全ノード必須
5	ハード/MAC 逆アドレス解決要求	全ノードオプション
6	ハード/MAC 逆アドレス解決応答	全ノード必須
7	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	MAC アドレス初期化応答	全ノード必須
9	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	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	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	MAC アドレス確認応答	全ノード必須
13	MAC アドレス全ノード要求	全ノードオプション
14	MAC アドレス全ノード応答	全ノード必須
15	MAC アドレスサーバ検出要求	アドレスサーバのみ必須
16	MAC アドレスサーバ通知	アドレスサーバのみ必須
17	MAC アドレスサーバ検出応答	アドレスサーバのみ必須
18	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	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
それ以外	For Future Reserved	

それぞれのパケットの意味、及びパケットフォーマットは以下の通りである。

なお、本章において、「マルチキャスト」との表現がある場合には、特に断らない限りは、「ECHONET サブネット内の全 ECHONET ノードに対して行なうマルチキャスト」を指す。このマルチキャストパケットは、ECHONET ノードに対して割当てられた IP マルチキャストアドレス(Ipme とも表現する)宛ての IP パケットにカプセル化されて送信される。

また、ハードウェアアドレス長の最大長は8バイトとする。

また、本章においては、ECHONET ノードのデータリンクレイヤは Bluetooth であることを前提としていることから、下記パケットフォーマットの説明において、「ハードウェアタイプ」の値は 0x00 (Ethernet/Bluetooth に割り当てられた値)、「ハードウェアアドレス長」は 0x06、「ハードウェアアドレス」には、Bluetooth アドレスの値がそれぞれ入ることになる。

また、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ビットずつ bit6, bit5 と続き、LSB、即ち最も右側のビットが bit0 とする。

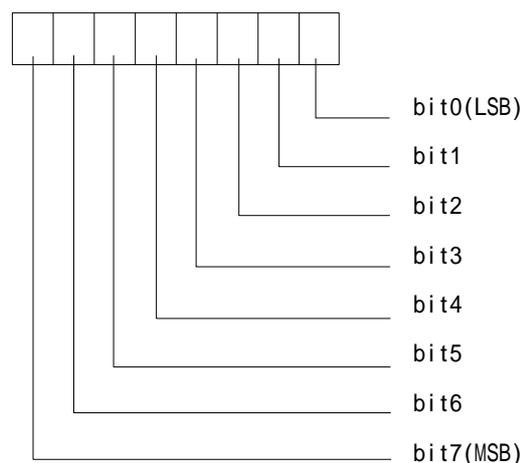


図7.22 Flagフィールドのビット表記

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。

以下に例を示す。

ハードウェアアドレスとして Bluetooth アドレスが使用される場合,下表で示されるアドレスデータ例では 0x acde48000080 としてパケット上にのせられる。

MSB		LSB
company_id		company_assigned
NAP	UAP	LAP
1010110011011110	01001000	000000000000000010000000

図 7 . 2 3 Bluetooth アドレスの表現

また IP アドレスで,例えばドット付き 10 進表記 192.168.10.5 は 0xc0a80a05 としてパケット上にのせられる。

( 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 7 . 4 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 0x01 を入れる (Version 1)
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/IP 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 IP 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7.5 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
RMAC	1	要求側ノードの ECHONET MAC アドレス
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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
TMAC	1	ターゲットノードの ECHONET MAC アドレス
TIPAddr	4	ターゲットノードの IP アドレス(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/IP アドレス解決応答パケットのフォーマットを示す。

表7.6 MAC/IP 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
RMAC	1	要求側ノードの ECHONET MAC アドレス
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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

TMAC	1	ターゲットノードノードのECHONET MAC アドレス
TIPAddr	4	ターゲットノードのIP アドレス
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) IP/MAC 逆アドレス解決要求/応答

- (ア) ある IP 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) IP アドレスを解決したい (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 IP アドレスを含んだ IP/MAC 逆アドレス解決要求パケットを、宛先 IP アドレスに対して送信する。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 IP/MAC 逆アドレス解決応答パケットを送信する。

以下に、IP/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7.7 IP/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 0x01 を入れる (Version 1)
Type	1	パケット種別 (IP/MAC 逆アドレス解決要求。値 0x03 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
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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
TMAC	1	ターゲットノードの ECHONET MAC アドレス (null を入れる)
TIPAddr	4	ターゲットノードの IP アドレス
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、IP/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7.8 IP/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 0x01 を入れる (Version 1)
Type	1	パケット種別 (IP/MAC 逆アドレス解決応答。値 0x04 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
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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
TMAC	1	ターゲットノードの ECHONET MAC アドレス
TIPAddr	4	ターゲットノードの IP アドレス
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) 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(Bluetooth 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7.9 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
RMAC	1	要求側ノードの ECHONET MAC アドレス
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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
TMAC	1	ターゲットノードの ECHONET MAC アドレス(null を入れる)
TIPAddr	4	ターゲットノードの IP アドレス(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7.10 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
RMAC	1	要求側ノードの ECHONET MAC アドレス
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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
TMAC	1	ターゲットノードの ECHONET MAC アドレス
TIPAddr	4	ターゲットノードの IP アドレス
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

## (5) MAC アドレス初期化要求/応答

- (ア) 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。
- (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。
- (エ) 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通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。
- (オ) 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。

以下に MAC アドレス初期化要求パケットを示す。

表7.11 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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7.12 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
TIPAddr	4	応答側ノードの IP アドレス
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)

#### (6) 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 7 . 1 3 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 0x01 を入れる (Version 1)
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	マスターノードであるノードは,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
SIPAddr	4	アドレスサーバノードの IP アドレス
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 7 . 1 4 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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

( 7 ) 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7.15 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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7.16 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
TIPAddr	4	応答側ノードの IP アドレス
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 IP アドレス等の対応関係を知らせ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7.17 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
RIPAddr	4	要求側ノードの IP アドレス
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7.18 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
TIPAddr	4	応答側ノードの IP アドレス
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

(9) 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 7.19 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 0x01 を入れる (Version 1)
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 7.20 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
SIPAddr	4	MAC アドレスサーバノードの IP アドレス
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

(エ) 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 7.21 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
SIPAddr	4	MAC アドレスサーバノードの IP アドレス
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

(10) 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 7.4 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7.22 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 0x01 を入れる (Version 1)
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
SIPAddr	4	送信側ノードの IP 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
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

- (11) ネットワーク管理メッセージ(ECHONET MAC アドレス重複)
  - (ア) 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。
  - (イ) 本メッセージを送信するノードを送信側ノードと呼ぶ。
  - (ウ) 本メッセージは、サブネット内に同報される。
  - (エ) 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7.23

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 0x01 を入れる (Version 1)
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
SIPAddr	4	送信側ノードの IP 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
DMAC	1	重複している ECHONET MAC アドレス

### 7.7.3 基本通信シーケンス

ECHONET ノードは、まず ECHONET MAC アドレス初期化の処理を行なう(詳細は7.7.4,及び7.7.5を参照のこと)。これが終了すると、各 ECHONET ノードの ECHONET MAC アドレスが確定し、ECHONET ミドルウェアによる処理に移行する。

IP ネットワークにおいては、(DHCP サーバから割当てられる IP アドレスが、その時その時によって変わり得る等の理由により)同じノードであっても、IP アドレスが一定であるとは限らない。同様に、ECHONET MAC アドレスについても、ノードの移動、ECHONET MAC アドレスの重複等の理由により、同じノードであっても変化する可能性がある。このため、ECHONET ノードは、最新のアドレスについての情報(ハードウェアアドレスと、IP アドレスと、ECHONET MAC アドレスの対応についての情報)を持つ必要がある。下表に、これらのアドレス対応テーブルの例を示す。

表7.24 アドレス対応テーブルの例

ハードウェアタイプ	ハードウェアアドレス	IP アドレス	ECHONET MAC アドレス
1	Ha	IPa	MACa
1	Hb	IPb	MACb
1	Hc	IPc	MACc
1	...	...	...

このため、ノードの立ち上げ時には、周辺ノードのアドレスについての情報収集 (ECHONET MAC アドレス初期化パケットの送信と、その応答)と、決定した自分のアドレスについてのドメイン内への通知を行なうことで、各 ECHONET ノードのアドレス対応テーブルの情報を最新のものに維持しておく。この対応テーブルの各テーブルの値のタイムアウト時間は実装依存である。

ECHONET アドレスが確定した各 ECHONET ノードは、ECHONET 通信を開始する。この際、(1)相手の ECHONET MAC アドレスはわかるが IP アドレスがわからないという場合、(2)相手の IP アドレスはわかるが ECHONET MAC アドレスがわからないという場合、(3)相手のハードウェアアドレス(Bluetooth アドレス等)はわかるが ECHONET MAC アドレスがわからないという場合、の3通りが考えられる。それらの問題を解決するのが、それぞれ(1)MAC/IP アドレス解決要求/応答、(2)IP/MAC 逆アドレス解決要求/応答、(3)ハード/MAC 逆アドレス解決要求/応答である。以下の(1)~(3)にて、そのそれぞれについて詳細に説明する。

また、サブネット内に存在する全 ECHONET ノードの ECHONET MAC アドレスを調査する、MAC アドレス全ノード要求/応答について、(4)にて説明する。

また、ECHONET 通信を開始した後に、(5)(6)宛先不明の ECHONET フレーム転送パケットを受信した場合や、(7)ECHONET MAC アドレスの重複を発見した場合等、ECHONET MAC アドレスに関する不具合が発生した場合には、これを管理する必要がある。このための手順を、(5)~(7)にて、それぞれ説明する。

(1) MAC/IP アドレス解決要求/応答 (ECHONET MAC アドレスから IP アドレスに解決)

- (ア) ECHONET MAC アドレスを解決したいノードを要求側ノード, 解決される側のノードをターゲットノードと呼ぶ。
- (イ) ある ECHONET MAC アドレスを持つ ECHONET ノードの IP アドレスを知りたい場合に用いるパケットである。
- (ウ) 要求側ノードは, 解決したいターゲット ECHONET MAC アドレスを含んだ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, 自分の ECHONET MAC アドレス, IP アドレス, 伝送メディアのハードウェア種別と, 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 MAC/IP アドレス解決応答パケットを送信する。
- (エ) IP アドレス解決要求を送信してから, IP 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時間は T3 とする。タイムアウト時間内に IP アドレス解決応答パケットを受信できなかった場合には, エラーとなる。
- (オ) IP アドレス解決の結果は, アドレス対応テーブルに反映することを推奨する。
- (カ) ARP Flood を防ぐため, MAC/IP アドレス解決要求パケットの送信は 1 秒に 1 回以下とする。また, MAC/IP アドレス解決要求パケットの送信は, 連続して ( 1 秒以上毎に ) 5 回までとし, これまでに MAC/IP アドレス解決応答パケットが受信できなかった場合には, エラーとなる。

IP アドレス解決要求パケットのフォーマットは表 7.5 に, IP アドレス解決応答パケットのフォーマットは表 7.6 に, それぞれ記載されている。

以下に基本シーケンスを示す。

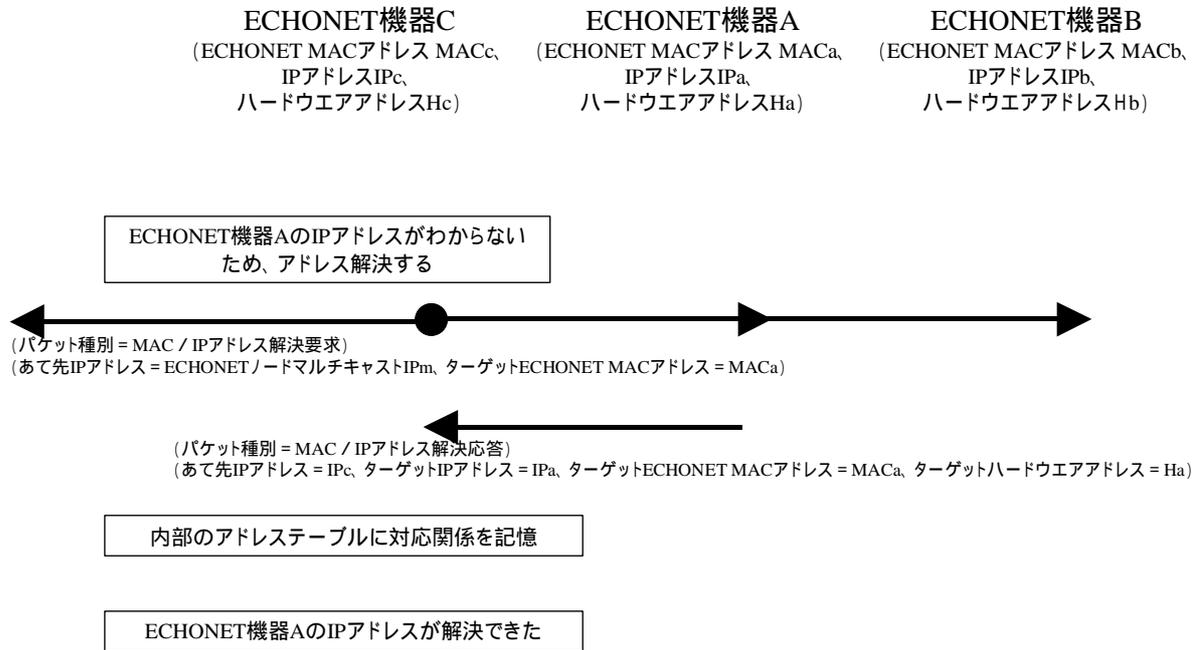


図7.24 MAC/IP アドレス解決の基本シーケンス

(2) IP/MAC 逆アドレス解決要求/応答 (IP アドレスから ECHONET MAC アドレスに解決)

- (ア) IP アドレスを解決したいノードを要求側ノード, 解決される側のノードをターゲットノードと呼ぶ。
- (イ) ある IP 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。
- (ウ) 要求側ノードは, 解決したいターゲット IP アドレスを含んだ IP/MAC 逆アドレス解決要求パケットを, 宛先 IP アドレスに対して送信する。これに対して, ターゲットノードは, 自分の ECHONET MAC アドレス, IP アドレス, 伝送メディアのハードウェア種別, 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 IP/MAC 逆アドレス解決応答パケットを送信する。
- (エ) 逆アドレス解決要求を送出してから, 逆アドレス解決応答を受信するまでのタイムアウト時間は T4 とする。タイムアウト時間内に IP アドレス解決応答パケットを受信できなかった場合には, エラーとなる。
- (オ) IP/MAC 逆アドレス解決の結果は, アドレス対応テーブルに反映することを推奨する。
- (カ) ARP Flood を防ぐため, IP/MAC 逆アドレス解決要求パケットの送信は 1 秒に 1 回以下

とする。また、IP/MAC 逆アドレス解決要求パケットの送信は、連続して(1秒以上毎に)5回までとし、これまでに IP/MAC 逆アドレス応答パケットが受信できなかった場合には、エラーとなる。

IP/MAC 逆アドレス解決要求パケットのフォーマットは表7.7に、IP/MAC 逆アドレス解決応答パケットのフォーマットは表7.8に記してある。

以下に、そのシーケンス図を示す。

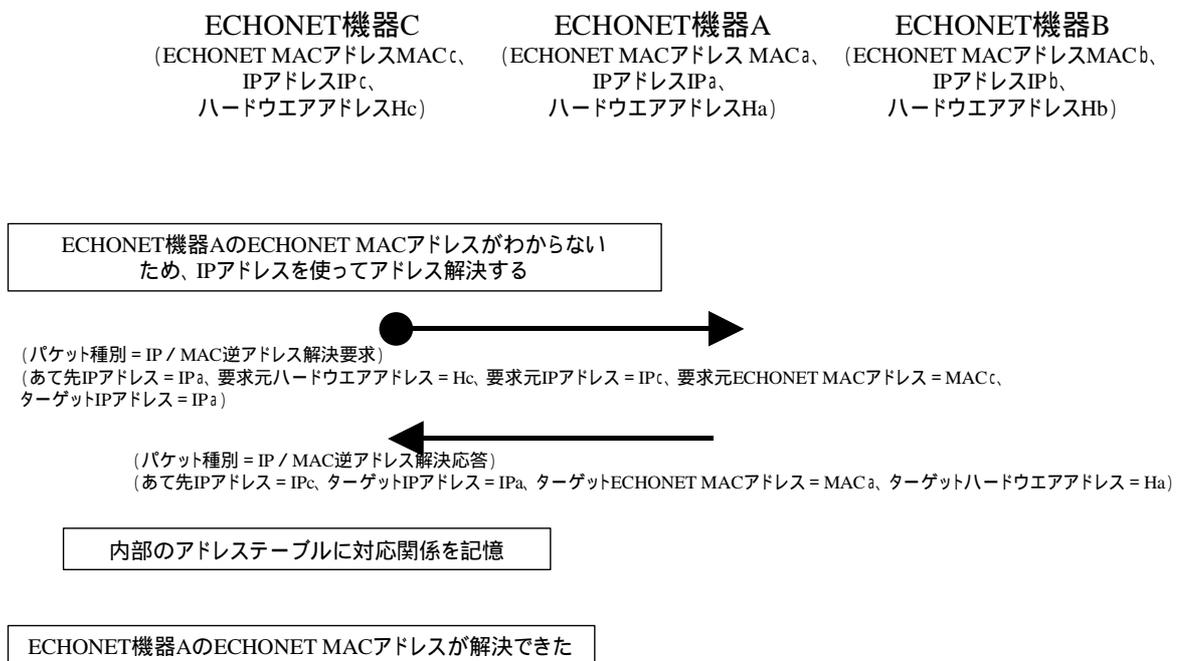


図7.25 IP/MAC 逆アドレス解決の基本シーケンス

### (3) ハード/MAC 逆アドレス解決要求/応答

- (ア) ハードウェアアドレス(Bluetooth アドレス等)を解決したいノードを要求側ノード、解決される側のノードをターゲットノードと呼ぶ。
- (イ) 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。

- (ウ) 要求側ノードは、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/MAC 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、自分のECHONET MAC アドレス、IP アドレス、伝送メディアのハードウェア種別、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/MAC 逆アドレス解決応答パケットを送信する。
- (エ) 逆アドレス解決要求を送出してから、逆アドレス解決応答を受信するまでのタイムアウト時間はT4とする。タイムアウト時間内にIP アドレス解決応答パケットを受信できなかった場合には、エラーとなる。
- (オ) ハード/MAC 逆アドレス解決の結果は、アドレス対応テーブルに反映することを推奨する。
- (カ) ARP Floodを防ぐため、ハード/MAC アドレス解決要求パケットの送信は1秒に1回以下とする。また、ハード/MAC アドレス解決要求パケットの送信は、連続して(1秒以上毎に)5回までとし、これまでにハード/MAC アドレス応答パケットが受信できなかった場合には、エラーとなる。

ハード/MACECHONET 逆アドレス解決要求パケットのフォーマットは表7.9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は表7.10に、それぞれ記してある。

以下に、そのシーケンス図を示す。

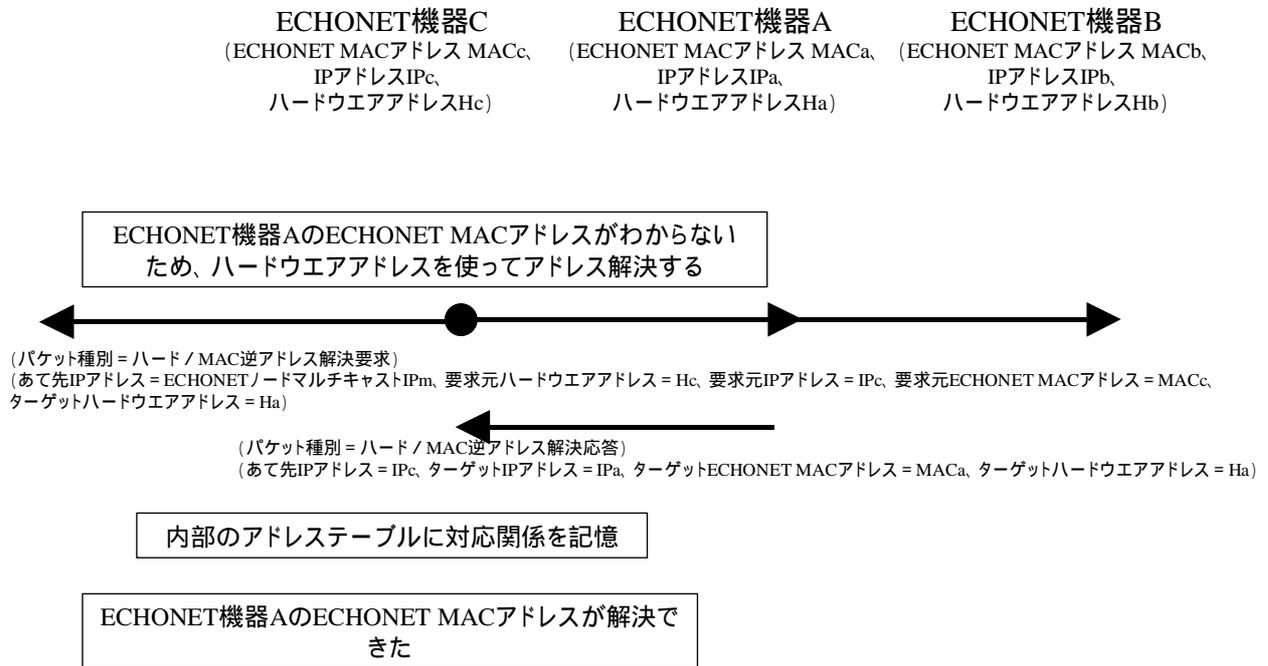


図7.26 ハード/MAC 逆アドレス解決の基本シーケンス

ユニキャストのECHONETフレーム転送パケットは、ユニキャストのUDP/IPパケットにマッピングされる。マルチキャスト、あるいは同報のECHONETフレーム転送パケットは、ECHONET用に割当てられた、専用のIPマルチキャストアドレス(224.0.23.0)宛てのUDP/IPパケットにマッピングされる。

ECHONETでは、1つのECHONETサブネットは、必ず1つのIPサブネットにマッピングされる。従って、ECHONETノードは、ECHONETフレーム転送パケット(あるいはECHONET制御パケット)を、別のIPサブネットのノードに対して送信してはいけない(即ち、別のIPサブネットを宛先IPアドレスとしたIPパケットを送信してはいけない)。また反対に、ECHONETノードは、ECHONETフレーム転送パケット(あるいはECHONET制御パケット)を、別のIPサブネットのノードから受信してはいけない(即ち、別のIPサブネットを送信元IPアドレスとしたIPパケットを受信した場合には、これを廃棄すること)。

(4) MACアドレス全ノード要求/応答

(ア) ECHONETサブネット内に存在する全てのECHONETノードのECHONET MACアドレスを調査するノードを要求側ノード、応答するノードを応答側ノードと呼ぶ。

- (イ) 例えば、MAC アドレスサーバが、所属する ECHONET サブネット内の全 ECHONET ノードの MAC アドレスを調査する際などに用いられるものである。この場合、MAC アドレスサーバが要求側ノードとなる。
- (ウ) 要求側ノードは、自分の ECHONET MAC アドレスを含む MAC アドレス全ノード要求パケットを、ECHONET サブネット内にマルチキャストする。このパケットに対して、ECHONET サブネット内の全 ECHONET ノードは、自分の ECHONET MAC アドレス、IP アドレス、伝送メディアのハードウェア種別、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 MAC アドレス全ノード応答パケットを送信する。
- (エ) MAC アドレス全ノード要求を送出してから、MAC アドレス全ノード応答を受信するまでのタイムアウト時間は T 1 4 とする。タイムアウト時間内に MAC アドレス全ノード応答パケットが受信できなかった場合には、その ECHONET サブネットに他の ECHONET ノードが存在しないことを意味する。
- (オ) MAC アドレス全ノード応答の結果は、アドレス対応テーブルに反映することを推奨する。

MAC アドレス全ノード要求パケットのフォーマットは表 7 . 1 7 に、MAC アドレス全ノード応答パケットのフォーマットは表 7 . 1 8 に、それぞれ記してある。

以下に、そのシーケンス図を示す。

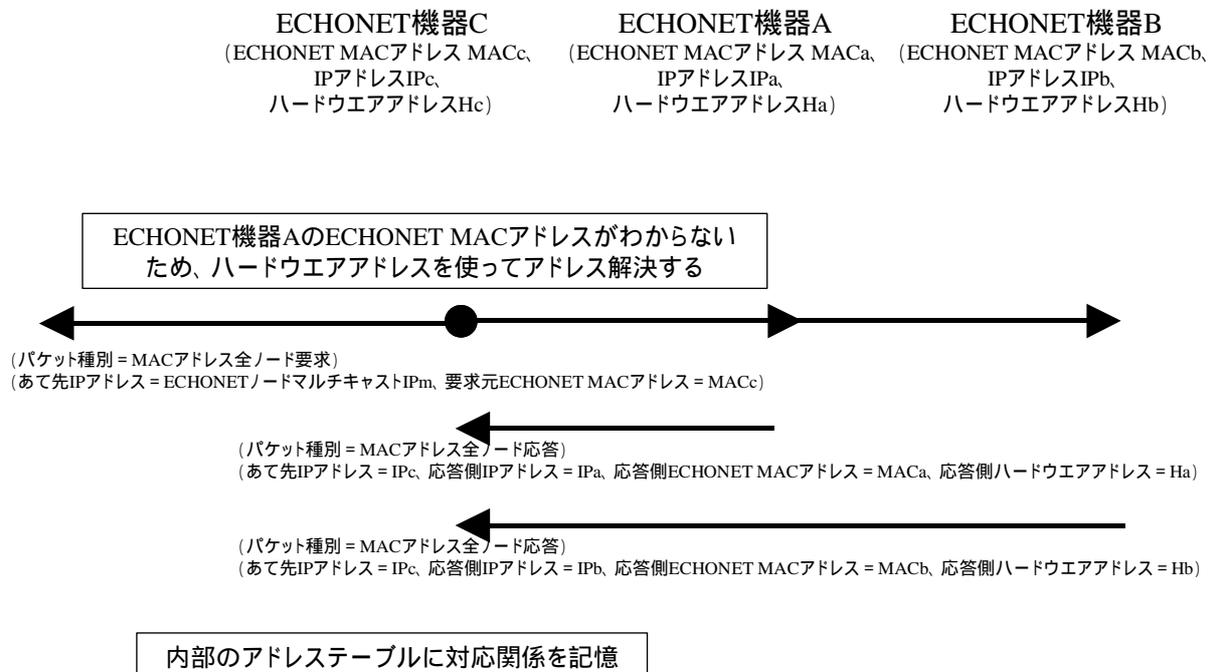


図7.27 MAC アドレス全ノード要求/応答の基本シーケンス

(5) ネットワーク管理メッセージ(宛先不明)

- (ア) あるノードが受け取った ECHONET フレーム転送パケット(表7.4参照)の DMAC (受信側ノードの 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、受信側ノードはこの ECHONET フレーム転送パケットを上位レイヤに渡すことは出来ない。その代わりに、受信した ECHONET フレーム転送パケットが宛先不明であることを送信側ノードに対して通知する。
- (イ) 元の ECHONET フレーム転送パケット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。よって、このネットワーク管理メッセージを送信するノードが「受信側ノード」、受信するノードが「送信側ノード」となる。
- (ウ) このメッセージを受信したノード(送信側ノード)は、アドレス解決(MAC/IP アドレス解決)をやり直すこと。

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は表7.21に記してある。以下に、そのシーケンス図を示す。

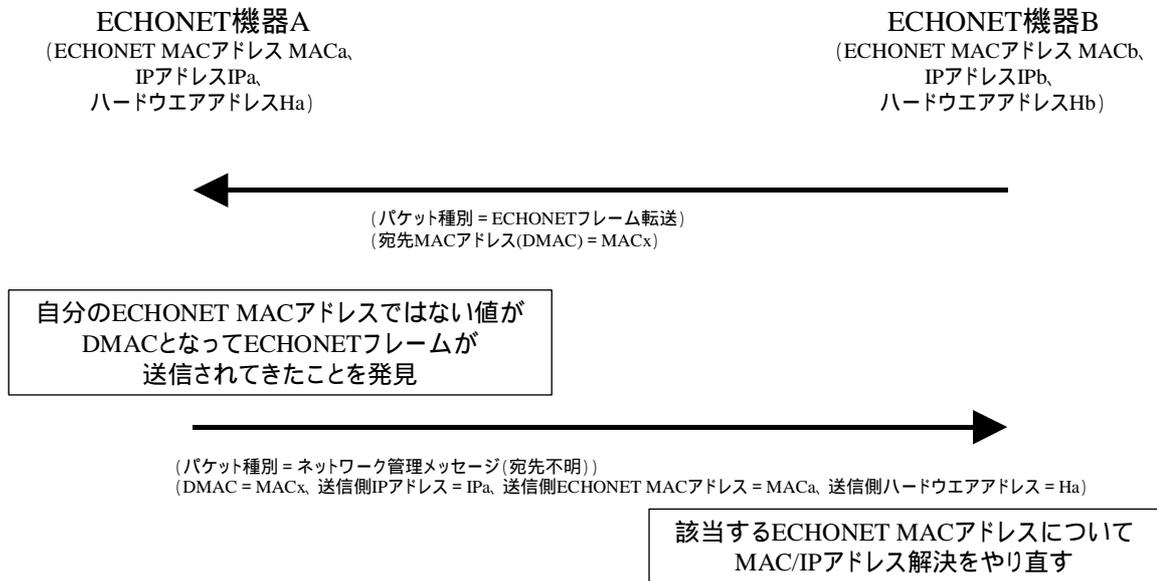


図7.28 宛先不明処理の基本シーケンス

ただし、この処理は、「受信した ECHONET フレーム転送パケットの SMAC の値と DMAC の値が等しい場合（その ECHONET フレームが、同報か、グループ同報のパケットである場合）」には行なう必要は無い。

また、「受信した ECHONET フレーム転送パケットの SMAC の値が、自分の ECHONET MAC アドレスの値と一致する場合」が考えられる。その場合には、サブネット内において ECHONET MAC アドレスの重複が起こっている可能性があると考えられる。この場合には、下記の（5）に記載された処理を行なうこと。

#### （6）宛先不明時の特別な場合

- （ア）（4）で説明した宛先不明の ECHONET フレーム転送パケット（表7.4 参照）が転送されてきた場合に、そのパケットの送信元アドレス（SMAC）の値が、自分の ECHONET MAC アドレスと一致している場合がある。この場合には、サブネット内において ECHONET MAC アドレスの重複が起こっている可能性があると考えられる。
- （イ）この場合、この宛先不明の ECHONET フレーム転送パケットを受信したノードは、そのパケットの送信元アドレス(SMAC)をターゲットノードの ECHONET MAC アドレスとした MAC/IP アドレス解決要求を行なう。
- （ウ）もし、ターゲットノードから MAC/IP アドレス解決応答が返ってきた場合(ECHONET

MAC アドレスの重複が確認された場合)には、宛先不明の ECHONET フレーム転送パケットを受信したノードは、自らコールドスタートをかけて、自分の ECHONET アドレスの初期化を行なう。

- (エ) もし、ターゲットノードから MAC/IP アドレス解決応答が返ってこない場合には、不定パケットの受信と判断し、前記宛先不明の ECHONET フレーム転送パケットを廃棄する。

#### (7) ネットワーク管理メッセージ (ECHONET MAC アドレス重複)

(ア) 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状態)の発生を発見したノードは、これを該当ノードに通知する。ECHONET MAC アドレスの重複は、例えば、同一の ECHONET MAC アドレスについての MAC/IP アドレス解決要求について、複数のノードから MAC/IP アドレス解決応答が届いてしまった場合や、あるノードのアドレス対応テーブルにおいて、1つの ECHONET MAC アドレスが2つ以上の IP アドレスに対応しているような場合に検出される。このような場合に、ネットワーク管理メッセージ (ECHONET MAC アドレス重複) を、サブネットに対して同報する。

(イ) 本メッセージを送信するノードを送信側ノードと呼ぶ。

(ウ) 本メッセージは、ECHONET に割当てられた IP マルチキャストアドレスを用いて、サブネット内に同報される。

(エ) 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。通常、この重複の確認は MAC/IP アドレス解決要求を、自分の ECHONET MAC アドレスについて行なうことになる。また、重複を確認したノード自身によるアドレス決定のやり直しは、通常、重複を確認したノードがコールドスタートからやり直す形となる。

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は表 7.22 に記してある。以下に、そのシーケンス図を示す。

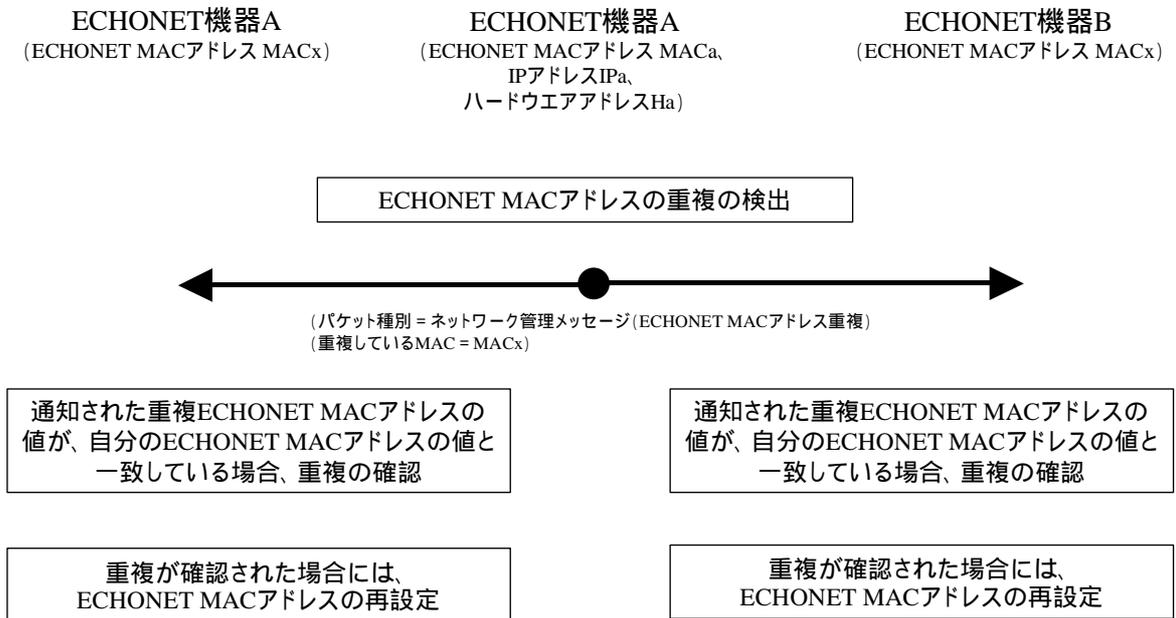


図7.29 ECHONET MAC アドレス重複検出時の基本シーケンス

## 7.7.4 ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンス

### (1) ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンス概要

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。

- ・BNEP で PANU と NAP/GN が接続し Piconet を形成するまでの処理 (Bluetooth レイヤ)
- ・IP アドレスを取得 / 決定するまでの処理 (IP レイヤ)
- ・IP ネットワークで ECHONET MAC アドレスを取得するまでの処理 (ECHONET / IP レイヤ)

### (2) ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンス詳細

#### (A) BNEP で PANU と NAP/GN が接続し Piconet を形成するまでの処理 (Bluetooth レイヤ)

##### ( ) 概要

BNEP で PANU と NAP/GN が接続し Piconet を形成するまでの処理において、接続手順を問わない。ただし、Bluetooth Specification の Personal Area Networking Profile で定められた規定に従うものとする。

##### ( ) 接続手順

PANU は、任意の NAP/GN の中から 1 つを選択して、BNEP で接続し Piconet を形成するものとする。

なお、参考までに Piconet を形成するまでの処理列を示す。

1. PANU は、Inquiry によって周辺の Bluetooth デバイスを探索する。
2. PANU は、発見した Bluetooth デバイスの中から任意のひとつを選択し、SDP によって NAP/GN であることを確認する。
3. PANU は、BNEP で NAP/GN に接続する。

なお、1. 2. の処理は接続する NAP/GN の BD\_ADDR が既に決定している場合は省略できる。

( ) 基本シーケンス

以下にPiconetを開成するまでの処理列のシーケンスを示す。ただし、このシーケンスは実装方法を規定するものではない。

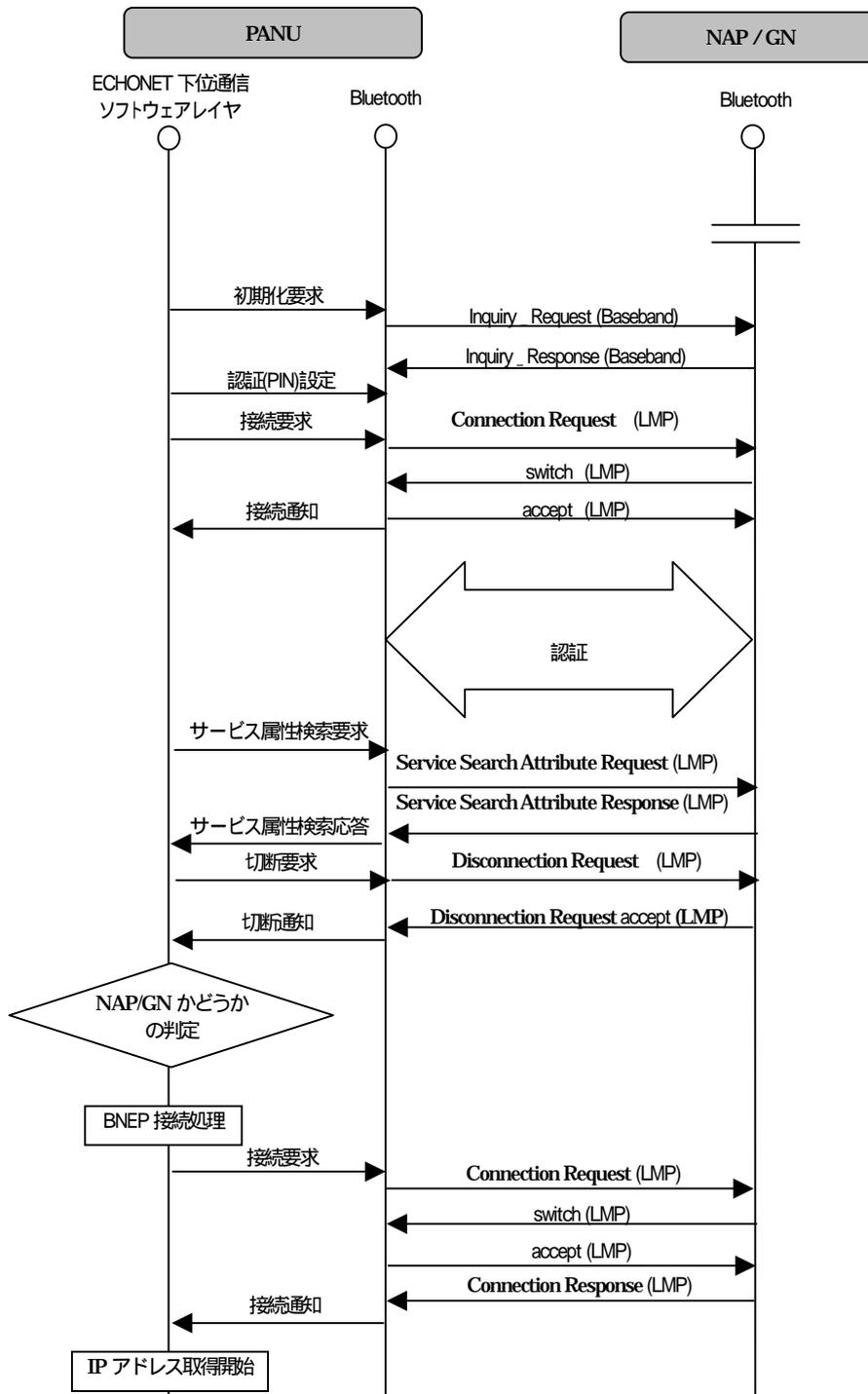


図 7.30 基本シーケンス

(B) IP アドレスを取得/決定するまでの処理 (IP レイヤ)

IPv4 において、IP アドレスを取得/決定するまでの処理は DHCP で IP アドレスを取得することを推奨する。DHCP クライアントとしてアドレスを取得する機能の実装は必須とする。

(C) IP アドレスを取得してからの処理

( ) 概要

ECHONET/IP レイヤをサポートするノードは、起動時に以下のシーケンスを行なって自己の ECHONET MAC アドレスを決定する。この処理手順として、オートモード(A - MODE)、サーバ必須モード(SR - MODE)、マニュアルモード(M - MODE)の起動モードがある。いずれの起動モードで起動するかは管理者等による設定による(設定方法については規定しない)が、特に設定されていない場合はオートモード(A - MODE)で起動することを推奨する。

マニュアルモード(M - MODE)、オートモード(A - MODE)のいずれかの搭載は必須とする。サーバ必須モード(SR - MODE)はオプションである。マニュアルモード(M - MODE)で起動したノードと他のモードで起動するノードの混在は推奨しない。また混在時の動作(マニュアルモードでの設定ミスの影響など)については規定しない。

表 7.25 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。

手順を次に示す。ここでの記述は略号こと定める。詳細は以降の( )( )( )を参照のこと。

1. 起動モードをチェックする。マニュアルモード(M - MODE)の場合、設定された値を ECHONET MAC アドレスとし、このシーケンスを終了する。
2. 使用したい ECHONET MAC アドレス(仮 ECHONET MAC アドレス)を決定する。
3. MAC アドレス初期化要求パケットを IPme 宛てにマルチキャストする。サーバ必須モード(SR - MODE)の場合は Flag の bit7 を 1 に、オートモード(A - MODE)の場合は Flag の bit7 を 0 にする。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、送言元 MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを送言する。MAC アドレスサーバ以外のノードは、受信したパケットの Flag の bit7 が 0 の時のみ、送言元 MAC アドレス初期化応答パケットを送言する。
4. MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを受信した場合、これに含まれる ECHONET MAC アドレスを自己の ECHONET MAC アドレスとし、MAC アドレス割当応答パケットを送言し、このシーケンスを終了する。

5. MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを受信しなかった場合、サーバ必須モード(SR - MODE)ではこのシーケンスは失敗し終了する。
6. タイムアウト時間までに受信した全てのMAC アドレス初期化応答パケットから、サブネットで使用中的ECHONET MAC アドレスを調べ、2. で決めた仮ECHONET MAC アドレスが使用可能かどうか調べる。使用可能である場合、8. に進む。
7. 使用不可の場合、別の仮ECHONET MAC アドレスを決定する。
8. MAC アドレス確認要求パケットをIPme宛てにマルチキャストする。MAC アドレス確認パケットを受信した各ノードはこのパケットに含まれるECHONET MAC アドレスと自身のECHONET MAC アドレスが等しい場合、MAC アドレス確認応答パケットを送信元へ送り返す。MAC アドレス確認応答パケットを受信しなくなるまで、7. を繰り返す。

サーバ必須モード(SR - MODE)で起動するノードに対しては、一般ノード(MAC アドレスサーバ以外のノード)はMAC アドレス初期化応答パケットを送信しない。そのため、初期起動時のパケット転送量を抑えることができる。

以下、起動ノード、MAC アドレスサーバ動作ノードの処理について詳しく説明する。

#### ( ) 起動ノード

ECHONET / IP レイヤをサポートするノードは、起動時に以下のシーケンスを行なって自己のECHONET MAC アドレスを決定する。

1. 起動モードをチェックする。マニュアルモード(M - MODE)の場合、設定された値を ECHONET MAC アドレスとし、このシーケンスを終了する。オートモード(A - MODE)、サーバ必須モード(SR - MODE)の場合、2. に進む。
2. T10 時間をサウエイトする。
3. 仮ECHONET MAC アドレスを選択する。これは次のアルゴリズムに基づいて決定する。
  - (a) 前回動作時のECHONET MAC アドレスを保持している場合、このECHONET MAC アドレスを仮ECHONET MAC アドレスとする。
  - (b) 前回動作時のECHONET MAC アドレスを保持していない場合、初期化時にECHONET MAC アドレスを破棄する場合 (LowInit, LowInitAll 呼び出しによる)、および初回起動時はハードウェアアドレスの下位8bit を仮ECHONET MAC アドレスとする。

前回動作時のECHONET MAC アドレスを記憶する機能は必須である。

実装の参考として、フローチャートを下図に示す。

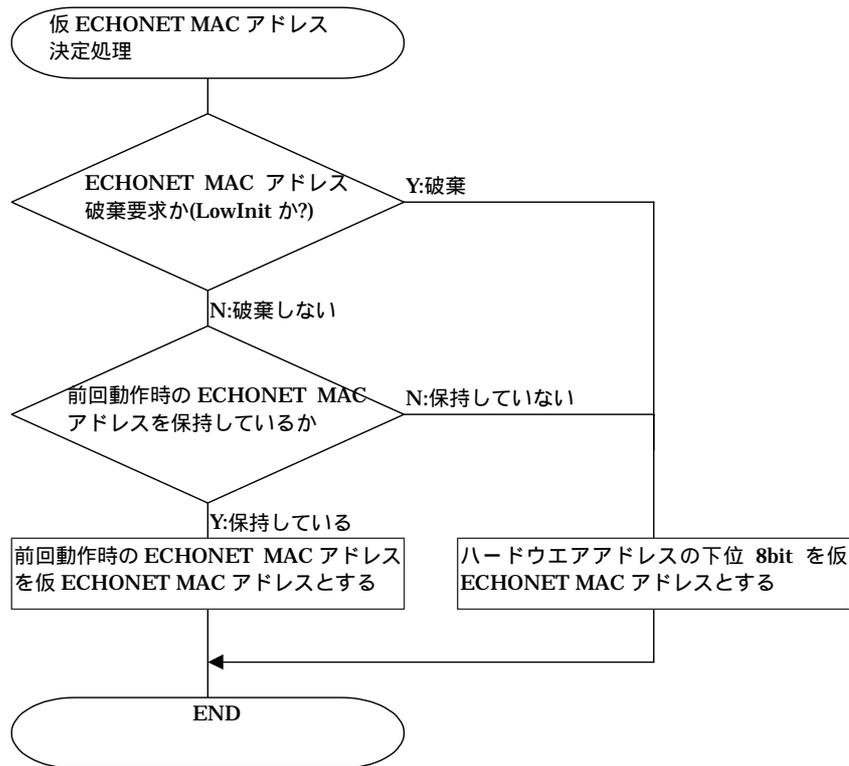


図7.31 仮 ECHONET MAC アドレス決定フローチャート

4. MAC アドレス初期化要求パケットを IPme 宛てにマルチキャストする。MAC アドレス初期化要求パケットは T6 時間の間隔をあけて 2 回送言する。ただし、後述する MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを T6 時間経過前に受信した場合は 2 回目の送言を省略しても良い。  
 MAC アドレス初期化要求パケットは表 7.11 を参照。サーバ必須モード(SR - MODE)の場合は Flag の bit7 を 1 に、オートモード(A - MODE)の場合は Flag の bit7 を 0 に設定すること。
5. 最後の MAC アドレス初期化要求パケットの送言終了を起点にタイムアウト時間(T2)以内に MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを受信した場合、これに含まれる ECHONET MAC アドレス(RMAC)を自己の ECHONET MAC アドレスとする。その後送言元へ MAC アドレス割当応答パケットを送言し、このシーケンスを終了する。なお、自己の ECHONET MAC アドレス決定後に再び MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを受信した場合、そのつど MAC アドレス割当応答パケットを送言する。  
 MAC アドレス割当応答パケットは表 7.14 を参照。RMAC には割り当てられた ECHONET MAC アドレスを、SMAC には MAC アドレスサーバの ECHONET MAC アドレスをそれぞれ格納する。
6. タイムアウト時間(T2)までに MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを受信しなかった場合、サーバ必須モード(SR - MODE)ではこのシーケンスは失敗し終了する。オートモード(A - MODE)の場合、以降を続ける。
7. タイムアウト時間(T2)までに受信した全ての MAC アドレス初期化応答パケットから、サブネット内で使



8. 仮ECHONET MACアドレスを乱数で決定し変更する。ただし、仮ECHONET MACアドレスとして以下のアドレスは使用できない。

- (a) このシーケンスにおいて受信した MAC アドレス初期化応答パケットに含まれる応答側 ECHONET MAC アドレス(TMAC)。
- (b) このシーケンスにおいて受信した MAC アドレス初期化応答パケットに含まれる使用中 ECHONET MAC アドレスフラグ(UsedMAC)において該当ECHONET MAC アドレスビットが1のECHONET MAC アドレス。
- (c) このシーケンスにおいて受信した 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(RMAC) (下記注)
- (d) このシーケンスにおいて受信した MAC アドレス確認要求パケットに含まれる仮 ECHONET MAC アドレス(RMAC) (下記注)
- (e) このシーケンスにおいてすでに使用した仮ECHONET MAC アドレス (下記注)

(c)(d)(e)の条件については例外があり、(c)(d)の対象となるパケットを受信してから T8 時間経過した後ではそのECHONET MAC アドレスを仮ECHONET MAC アドレスとして再び用いてもよい。この処理はオプションであり、T8 のカウントをせず、常に再利用できないと仮定してもよい。これは、同時に起動しているノードが同一のECHONET MAC アドレスを使用しようとしている場合に両者とも該当のECHONET MAC アドレスが使用できなくなることを防ぐものである。

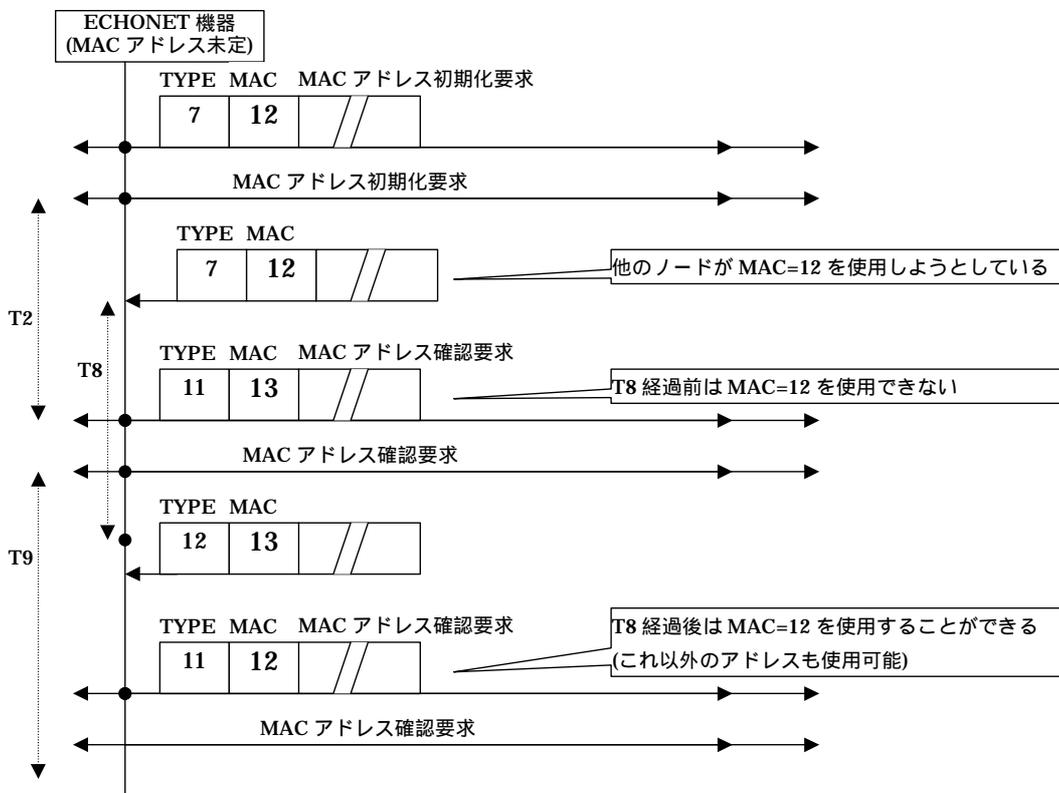


図7.33 時間 T8 の計算方法

9. MAC アドレス確認要求パケットを IPmc 宛てにマルチキャストする。MAC アドレス確認要求パケ

ットはT6時間の間隔をあけて2回送信する。ただし、後述するMACアドレス確認応答/パケットを受信した場合は2回目の送信は省略してもよい。

MACアドレス確認要求/パケットは表7.15を参照。

10.最後のMACアドレス確認要求/パケットの送信時刻を基点にタイムアウト時間T9までに以下のパケットを受信した場合、8に戻る。

(a)MACアドレス確認応答/パケット。

(b)仮ECHONET MACアドレス(RMAC)が仮ECHONET MACアドレスと等しいMACアドレス初期化要求/パケット。

(c)仮ECHONET MACアドレス(RMAC)が仮ECHONET MACアドレスと等しいMACアドレス確認要求/パケット。

11.上記いずれのパケットも受信しなかった場合、仮ECHONET MACアドレスを自身のECHONET MACアドレスとし、このシーケンスを終了する。

本シーケンスの実行中(または終了後)に受信したMACアドレス初期化応答/パケット、MACアドレス確認応答/パケット、MACアドレスサーバ初期化応答/パケットの各パケットに含まれるECHONET MACアドレス情報(IMAC)、ハードウェアアドレス情報(IHAddr)、およびIPアドレス(IIPAddr)の情報は7.7.3基本シーケンスで示すアドレスの対応情報として使用することができる。また、MACアドレス初期化応答/パケットおよびMACアドレスサーバ初期化応答/パケットに含まれるマスターレータフラグ(Flagのbit7)の情報はよりマスターレータ(規格書2部参照)のECHONET MACアドレスを取得することもできる。

( )MACアドレスサーバ

MACアドレスサーバの処理の詳細は7.7.5項を参照のこと。

( )動作ノード

すでに起動しているノード(本節iii)のシーケンスが終了し、ECHONET MACアドレスが確定したノードのうち、本節iii)のアドレスサーバ以外のノード)は以下の処理を行わなければならない。

A. MACアドレス初期化要求/パケットを受信した場合、Flagのbit7が0の場合、時間T7時間後にMACアドレス初期化応答/パケットを送信元へ送信する。なお、T6時間以内に同一ハードウェアアドレスを格納したMACアドレス初期化要求/パケットを受信した場合はこの処理は必要ではない。

T7は以下の式で求める。

$$T7 = \text{自己のECHONET MAC アドレス} \times T1 + T0$$

Flagのbit7が1の場合はサーバ必須モード(SR-MODE)で起動するノードが送信したものであり、MACアドレスサーバ以外のノードは応答してはならない。

MACアドレス初期化応答/パケットは表7.12を参照。UsedMACの表現方法の詳細を以下に示す。

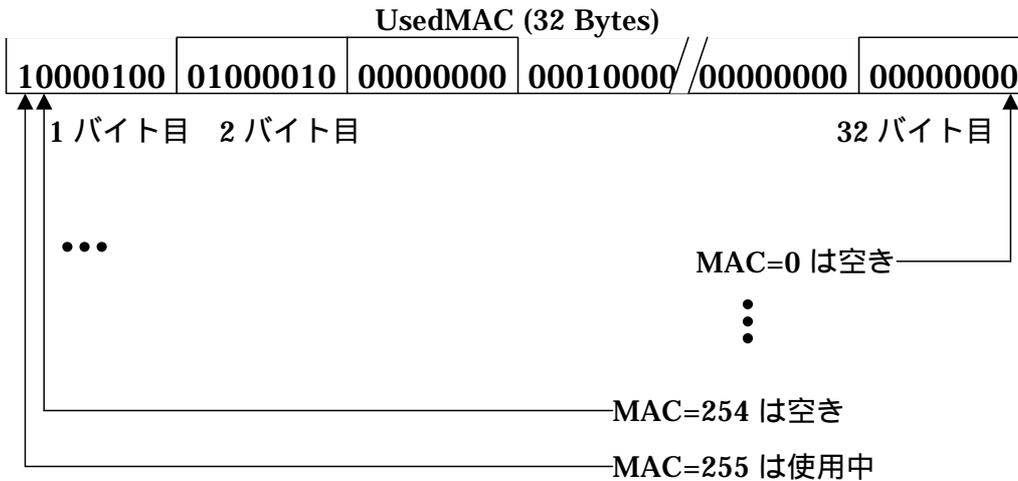


図7.34 UsedMAC の表現方法

UsedMACにおいて、ビットn(ECHONET MACアドレスnに対応する)は次の条件を満足する場合、1にすることができる。

- ・過去T13時間以内にECHONET MACアドレスnであるノードからのパケットを受信した場合、ただし、このパケットに含まれるハードウェアアドレスと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アドレスが一致する場合を除く。

UsedMACのビットnを1にすることにより、これを受信したノードにECHONET MACアドレスnの使用を抑制することができる。これにより、特定のECHONET MACアドレスの機器と頻りに通言する機器において、相手先のECHONET MACアドレスを他の機器で使用されてしまうことを防ぐことができる。

実装においては、パケットを受信した際にハードウェアアドレスをキーに、受信時刻ECHONET MACアドレスを登録しておき、要求時、現在時刻と受信時刻の差がT13以下かどうか調べてもよい。

なお、過去 T13 時間以内であっても、自身の機器の電源断があった場合は電源断よりも前に受信したパケットについては無視しなければならない。

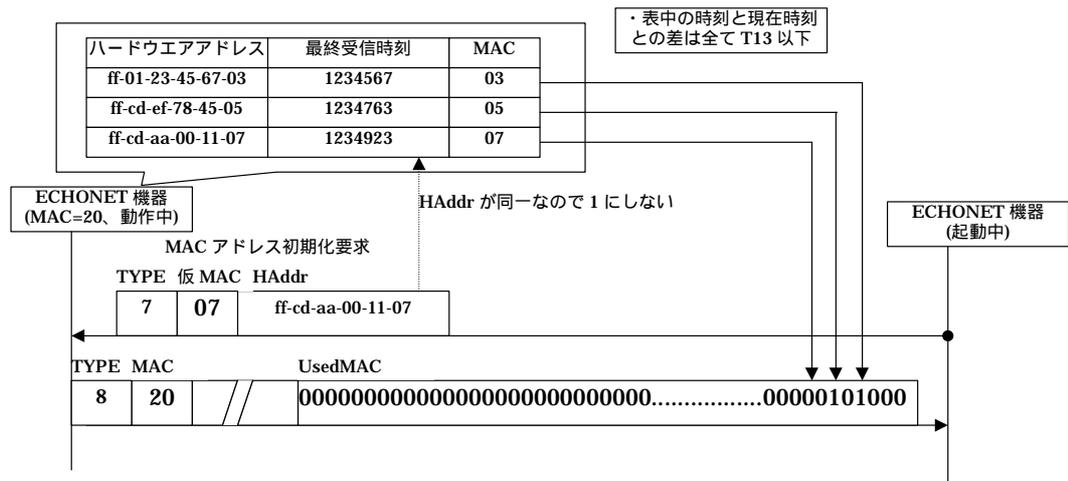


図 7 . 3 5 UsedMAC の処理例

実装者には、該当ビット n を 1 にするために、真なる実装が要求される。特にハードウェアアドレスを正しく比較し、ハードウェアアドレスが同一である場合には決して該当ビットを 1 にしてはならない。もし、そうすると、過去に ECHONET MAC アドレス n を用いていた機器が再起動した際に、ECHONET MAC アドレスを必要以上に変更させることになる。

簡易的な実装においては、UsedMAC の全 bit を 0 にしても良い。また特定の bit に対して 0 か 1 かを決定し、それ以外の全 bit を 0 にしてもよい。

- B .MAC アドレス確認要求パケットを受信した場合、このパケットに含まれる仮 ECHONET MAC アドレス (MAC) と自己の ECHONET MAC アドレスが等しい場合、MAC アドレス確認応答パケットを送信元に返信する。

MAC アドレス確認応答パケットは表 7 . 1 6 を参照。UsedMAC に格納すべきデータは前頁を参照のこと。

(3) 基本シーケンス例

ここでは 実装者の参考となるように、以下の基本的な状況におけるシーケンスを図示する。

- ・MACアドレスを保持しない場合のA-MODE起動シーケンス (MACアドレスサーバあり)
- ・MACアドレスを保持しない場合のSR-MODE起動シーケンス (MACアドレスサーバあり)
- ・MACアドレスを保持しない場合のA-MODE起動シーケンス (MACアドレスサーバなし)
- ・MACアドレスを保持しない場合のSR-MODE起動シーケンス (MACアドレスサーバなし)
- ・MACアドレスを保持する場合のA-MODE起動シーケンス (MACアドレスサーバあり)
- ・MACアドレスを保持する場合のA-MODE起動シーケンス (MACアドレスサーバなし)

(A) MACアドレスを保持しない場合のA-MODE起動シーケンス (MACアドレスサーバあり)

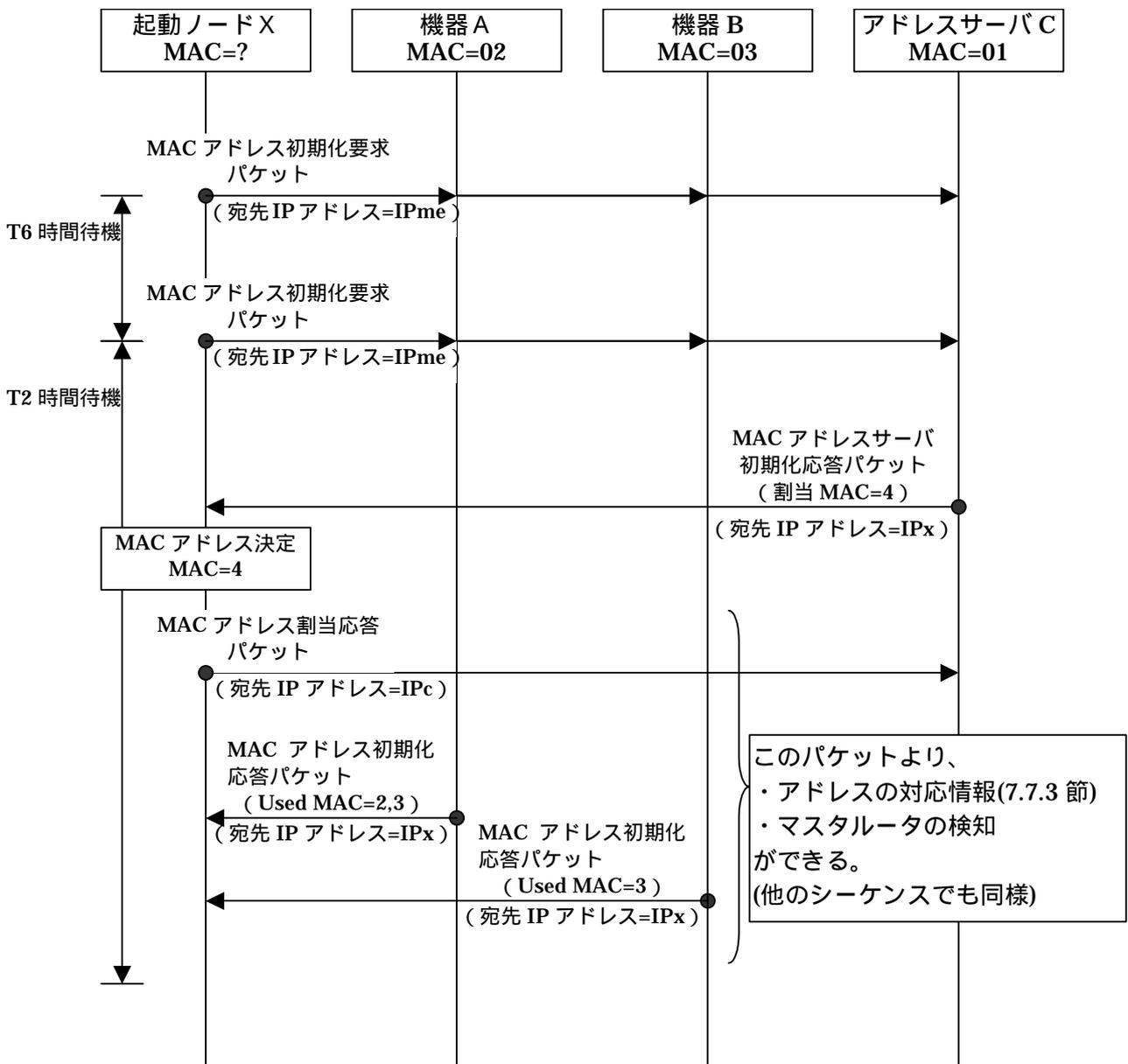


図7.36 起動シーケンス図 (MACアドレス不保持、A MODE、アドレスサーバあり)

(B) MAC アドレスを保持しない場合の SR - MODE 起動シーケンス(MAC アドレスサーバあり)

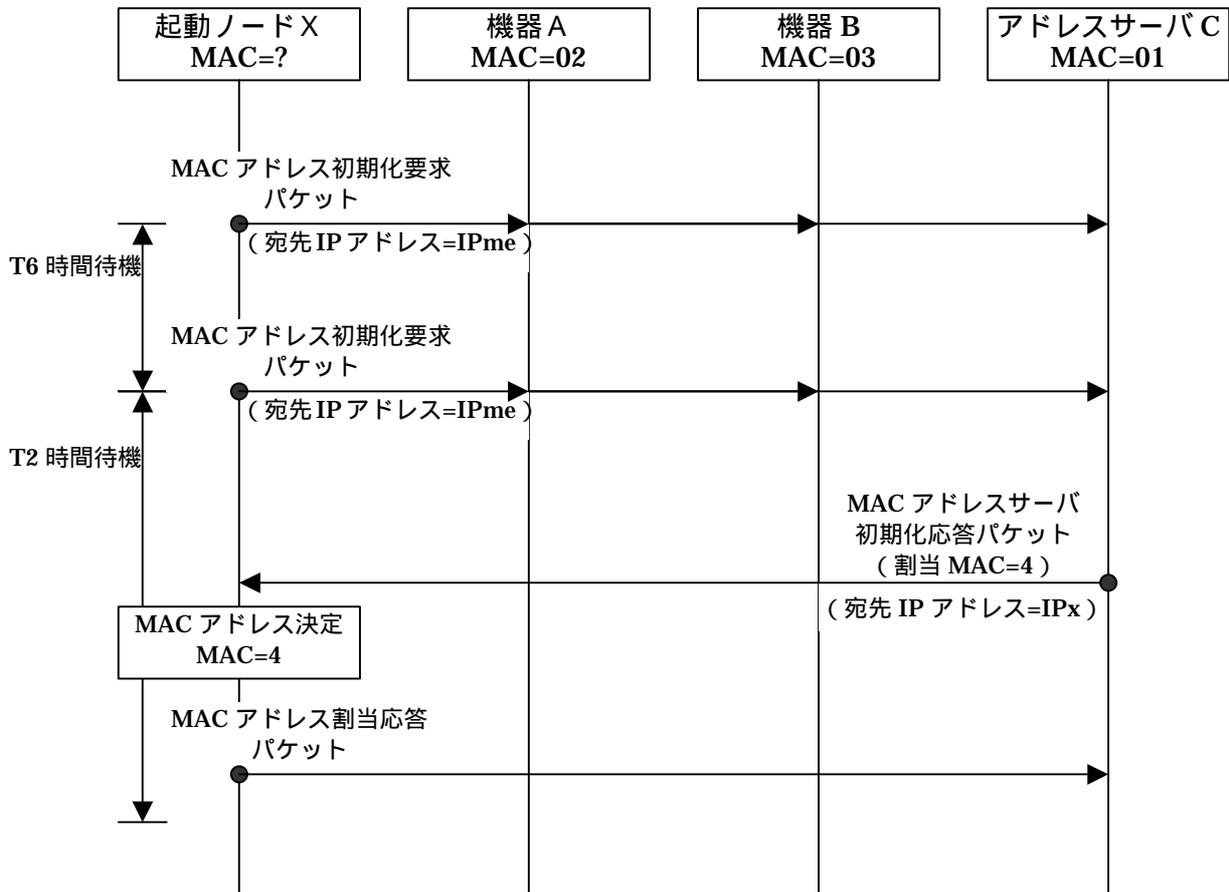


図7.37 起動シーケンス図 (MAC アドレス不保持、SR MODE、アドレスサーバあり)

(C)MAC アドレスを保持しない場合の A - MODE 起動シーケンス(MAC アドレスサーバなし)

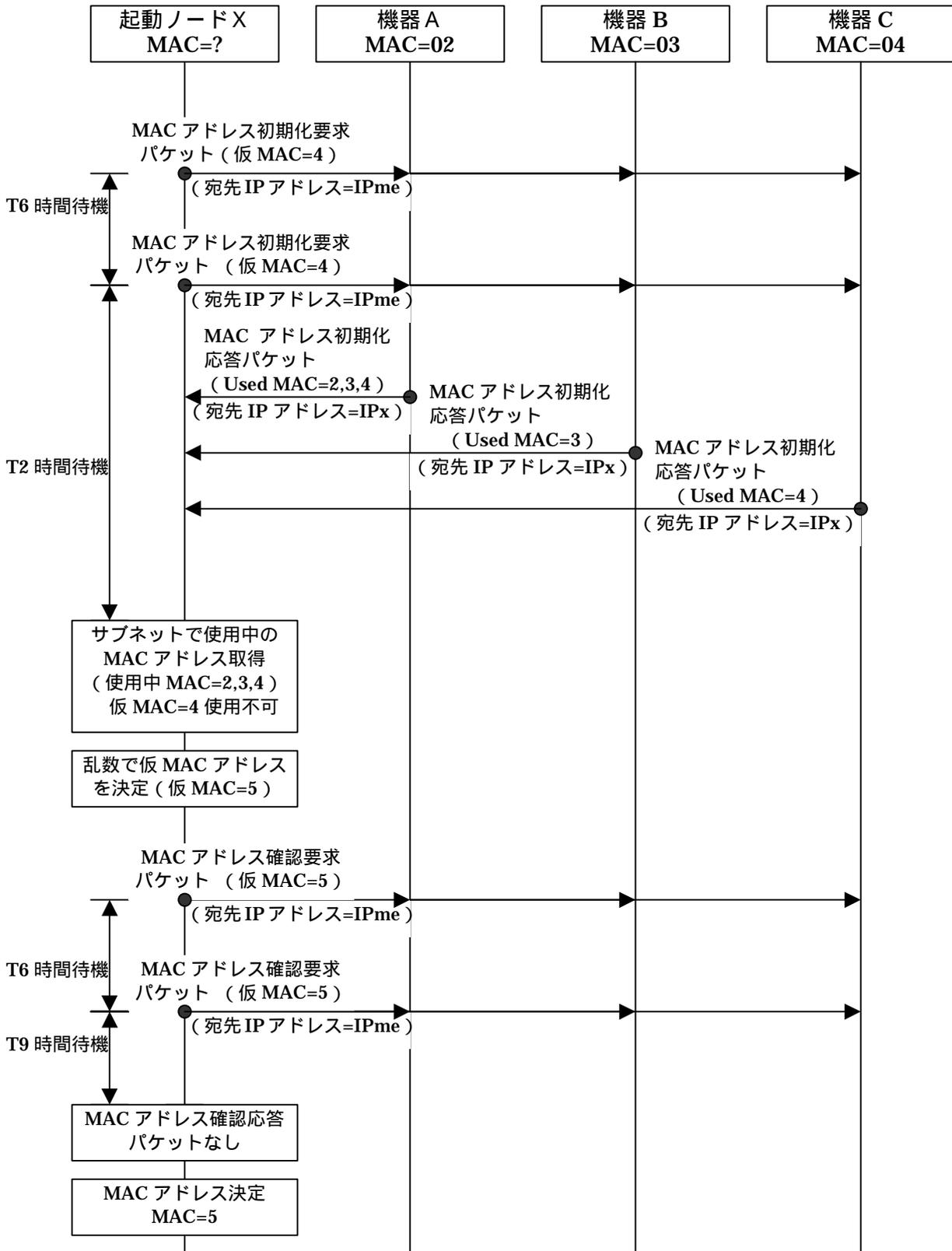


図7.38 起動シーケンス図 (MAC アドレス不保持、A MODE、アドレスサーバなし)

(D) MAC アドレスを保持しない場合の SR - MODE 起動シーケンス (MAC アドレスサーバなし)

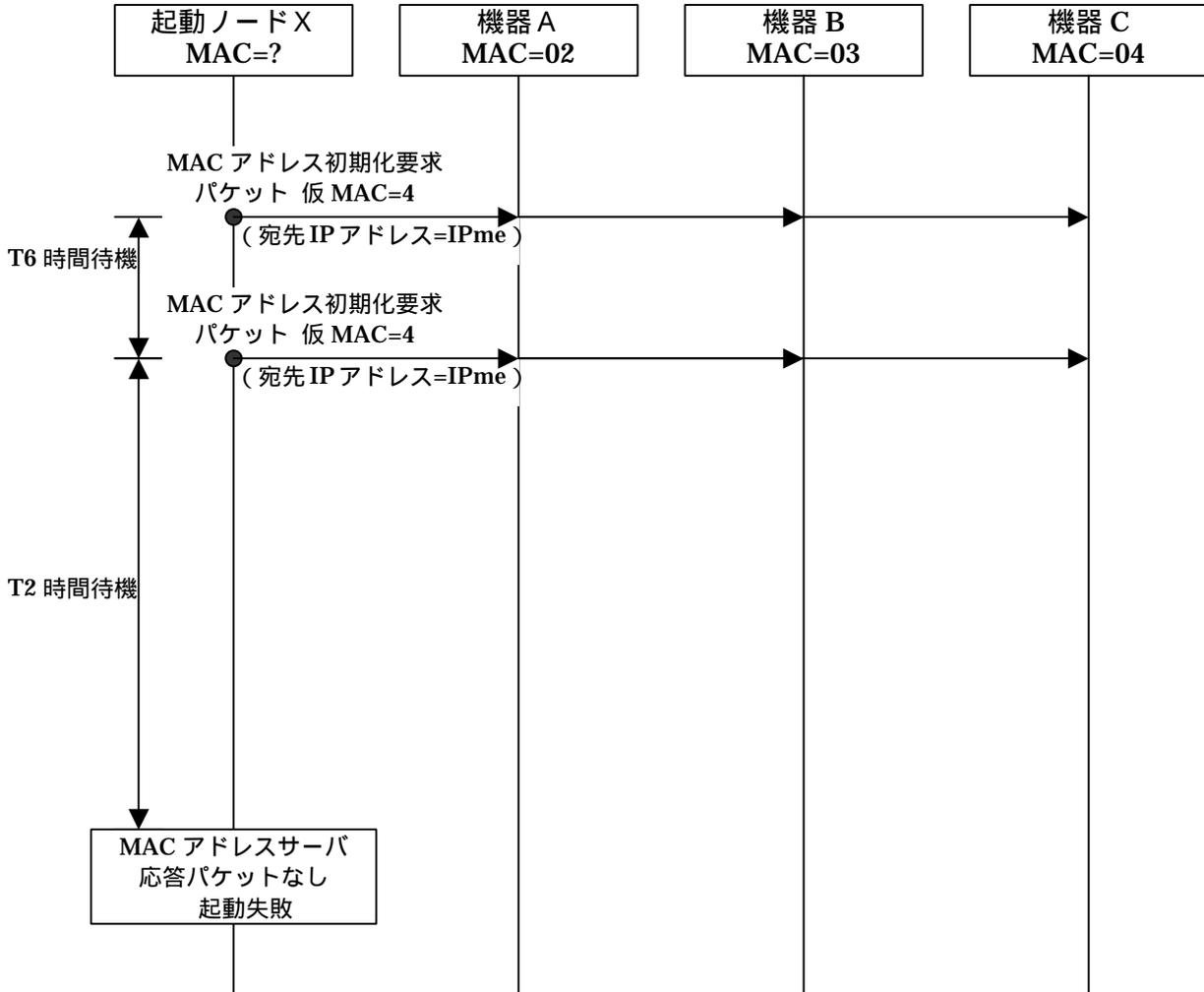


図7.39 起動シーケンス図 (MAC アドレス不保持、SR MODE、アドレスサーバなし)

(E) MAC アドレスを保持する場合の A - MODE 起動シーケンス (MAC アドレスサーバあり)



図7.40 起動シーケンス図 (MAC アドレス保持、A MODE、アドレスサーバあり)

(F) MAC アドレスを保持する場合の A - MODE 起動シーケンス (MAC アドレスサーバなし)

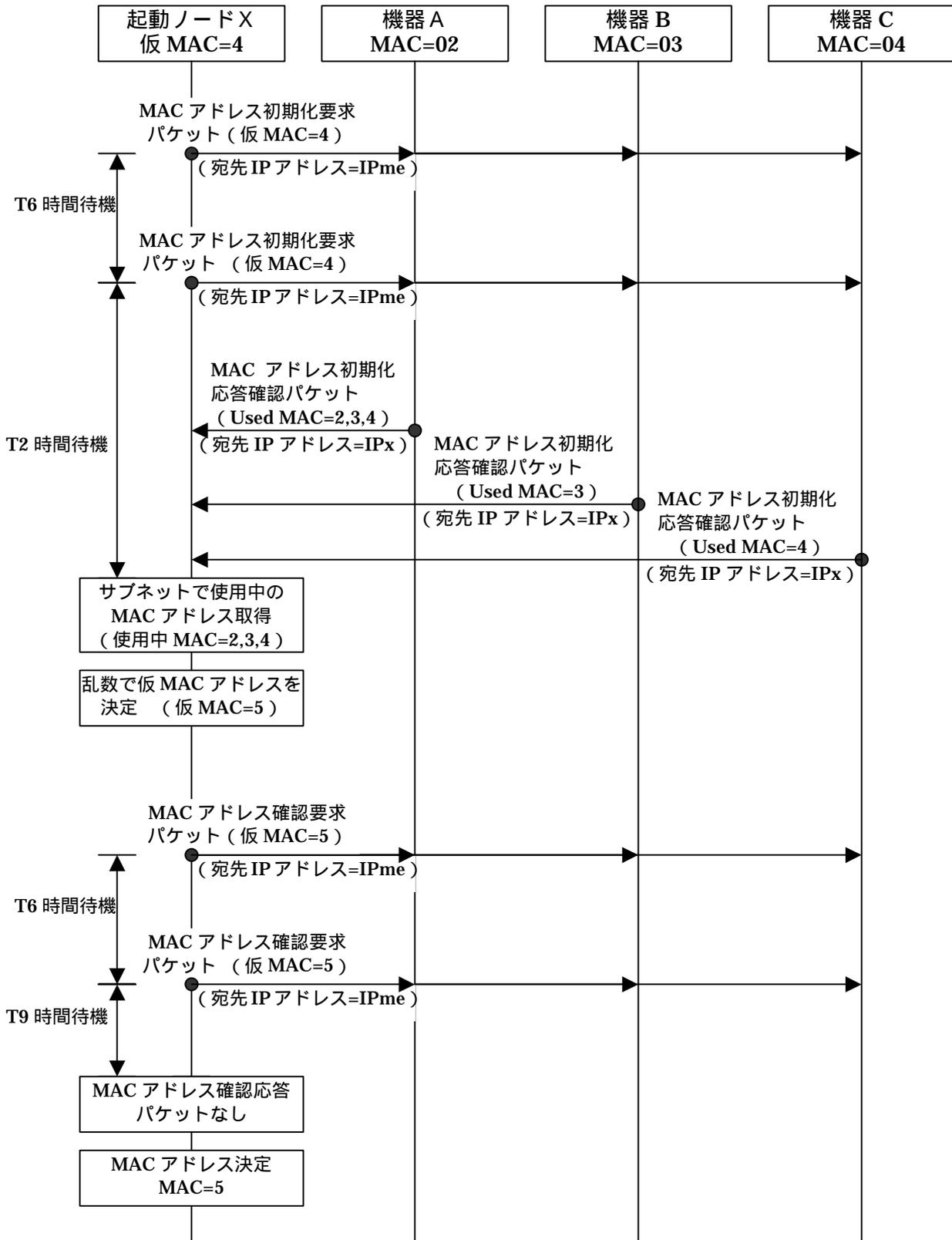


図 7 . 4 1 起動シーケンス図 (MAC アドレス保持、A MODE、アドレスサーバなし)

## 7.7.5 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がり時に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ら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IPme宛てにT6時間の間隔をあけて2回送言する。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アドレスサーバ通知パケットを受信した場合は2回目の送言を省略しても良い。  
MACアドレスサーバ検出要求パケットは表7.19を参照。
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アドレスサーバ通知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時間のウェイトをあげて本シーケンスの1.から繰り返す。T12時間のウェ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アドレスサーバ通知パケットをT6時間の間隔をあけて2回以上IPme宛てにマルチキャストする。

MACアドレスサーバ通知パケットは表7.20を参照。

T12のウェ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ェイトである(表7.27参照)。このウェイトにより、複数のノードがMACアドレスサーバになることを防ぐ。通常このウェイトにより、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。そのために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元へ送信する。

MAC アドレスサーバ検出応答パケットは表7.21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元へ送信する。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、サブネットで使用されていない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用さ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用されていない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は表7.13を参照。

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7.26 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るべきであるが、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るかは実装依存である。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、一定時間通信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

等できるだけアドレスの重複が起こらないような方法が望ましい。

(4) 基本シーケンス

ここでは実装者の参考となるように以下の基本的な状況における MAC アドレスサーバ起動処理のシーケンスを図示する。

- ・MAC アドレスサーバが単一で起動した場合
- ・MAC アドレスサーバがほぼ同時に複数起動した場合

(A) MAC アドレスサーバが単一で起動した場合

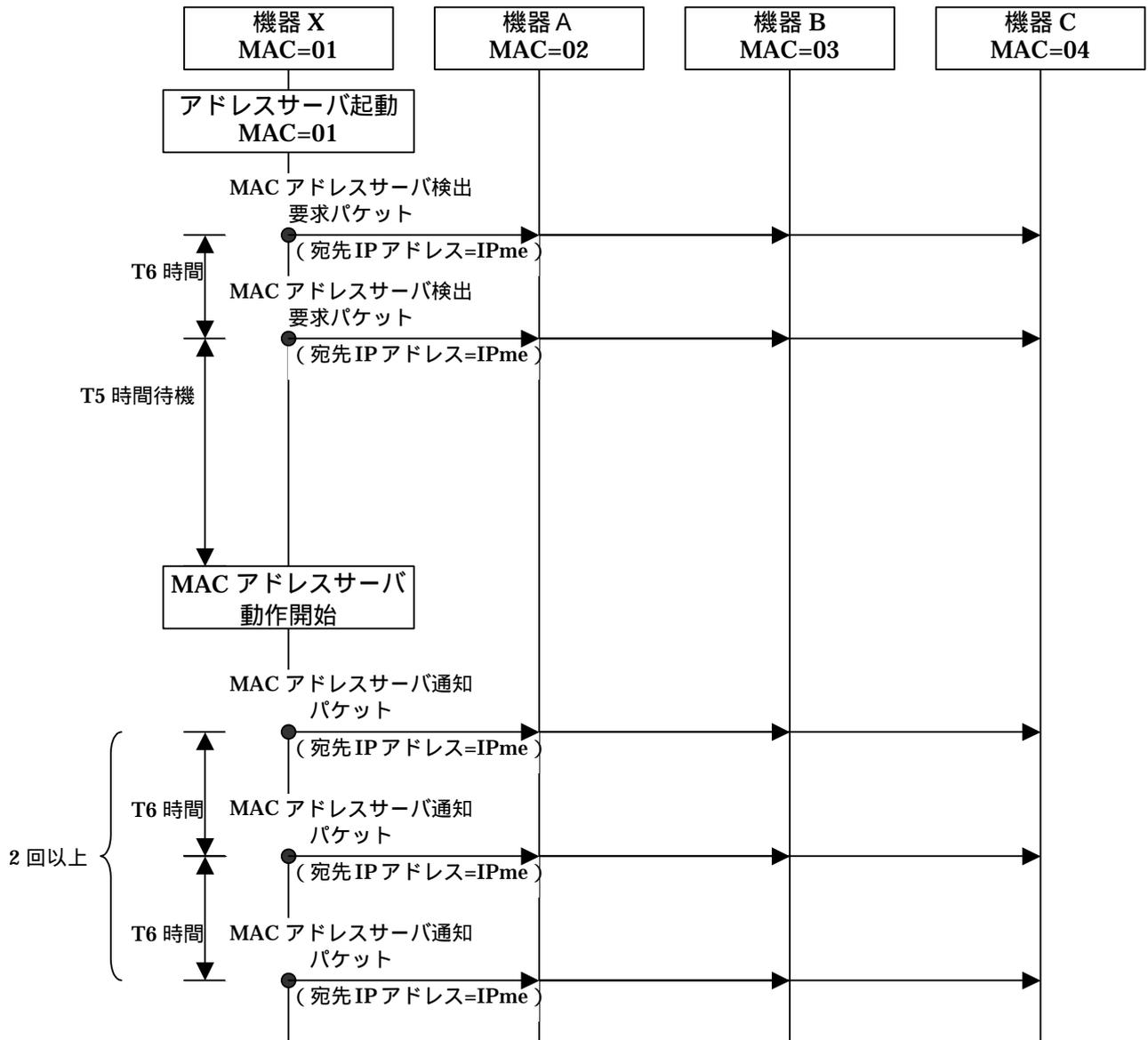


図7.42 MAC アドレスサーバが単独で起動した場合のシーケンス



## 7.7.6 時間に関する規定

Bluetooth 通信プロトコルにおいて、時間パラメータの推奨値を示す。

表7.27 Bluetooth 通信プロトコルにおける時間パラメータ

表記	参照	値	必須・推奨	意味
T0	7.7.4(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エイトにおいて,ECHONET MAC アドレス=0 でのウエイト
T1	7.7.4(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
T2	7.7.4(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
T3	7.7.3(1)	3.0sec	必須	MAC/IP アドレス解決要求パケットを送信後,MAC/IP 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
T4	7.7.3(2)	3.0sec	必須	IP/MAC 逆アドレス解決要求パケットを送信後,IP/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
同上	7.7.3(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	7.7.5(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	7.7.4(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	7.7.4(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	7.7.5(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	7.7.5(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
T7	7.7.4(2)(C)(iv)	-	-	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。 $T7 = \text{ECHONET MAC アドレス値} \times T1 + T0$

T8	7.7.4(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	7.7.4(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	7.7.4(2)(C)(ii)	0~100msec	推奨	初期化シーケンス実行前のウエイト (乱数)
T11	7.7.5(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	7.7.5(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	7.7.4(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	7.7.3	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

### 7.7.7 Bluetooth インタフェース

ここでは、実装の参考のために、個別下位通信インタフェースに対応する Bluetooth インタフェースのマッピングについて示す。

表7.28 個別下位通信インタフェースに対応する Bluetooth インタフェース例

No.	個別下位通信インタフェース	実行シーケンス	Bluetooth インタフェース
1	下位通信ソフト種別要求 (LowGetDevID)	・下位通信ソフトウェアが保持している下位通信ソフトウェアIDを返す	対応なし
2	初期化要求 (LowInit)	・下位通信ソフトウェアを初期化する。 ・ECHONET MAC アドレスを破棄する。 ・ECHONET MAC アドレス取得起動シーケンスを実行する	・Bluetooth のプロトコルスタック及び Bluetooth デバイスの初期化 ・ロールスイッチ設定 (PANU がスレーブとなるための設定) ・認証設定 (相手端末からの接続要求に対して認証を行なう設定) ・PIN コード設定 (認証時に使用する PIN コードの設定) ・BNEP 接続
3	動作開始要求 (LowRequestRun)	・ECHONET 電文の受信処理、送信処理可能とする。	・BNEP 接続 (PANU と NAP/GN の BNEP 接続が切断されている場合)
4	障害通知 (LowSetTrouble)	・受信処理を行わないか、あるいは電文を破棄する ・ECHONET ミドルウェアが電文送信要求をしたときはエラーを返す。	対応なし
5	ウォームスタート要求 (LowStart)	・MAC アドレスを保持したまま、下位通信ソフトウェアを初期化する。 ・ECHONET MAC アドレス取得起動シーケンスを実行する	・Bluetooth のプロトコルスタック及び Bluetooth デバイスの初期化 ・PANU がスレーブとなるためのロールスイッチ設定 ・認証設定 (相手端末からの接続要求に対して認証を行なう設定) ・PIN コード設定 (認証時に使用する PIN コードの設定) ・BNEP 接続
6	一時停止要求 (LowSuspend)	・ECHONET 電文の送信処理、受信処理を停止する。	対応なし
7	動作再開要求 (LowWakeUp)	・ECHONET 電文の受信処理、送信処理を行なう。	対応なし
8	プロファイル取得 (LowGetProData)	・下位媒体種別情報、ECHONET MAC アドレスを返す	対応なし
9	ステータス取得 (LowGetStatus)	・下位通信ソフトウェアが保持している遷移状態情報を返す	対応なし
10	電文送信要求 (LowSendData)	・指定された送信先 ECHONET MAC アドレスに対し、ECHONET 電文を送信する。	対応なし
11	送信結果取得 (LowGetSendResult)	・送信中、送信正常終了、送信エラー終了、送信中止中などの情報を返す。	対応なし
12	送信中止要求 (LowSendCancel)	・送信を中止する。	対応なし
13	受信電文要求 (LowReceive)	・受信電文と、送信元 ECHONET MAC アドレスを返す。	対応なし
14	アドレス情報取得 (LowGetAddress)	・下位通信ソフトウェアが保持している自ノードの ECHONET MAC アドレスを返す。	対応なし
15	アドレス情報設定 (LowSetAddress)	・下位通信ソフトウェアに対して、自ノードの ECHONET MAC アドレスを設定する。	対応なし
16	物理アドレス変換要求 (LowReqToMac)	・変換要求する Node ID に対して、対応する MAC アドレスを返す。	対応なし
17	Node ID 変換要求 (LowReqToID)	・変換要求する ECHONET MAC アドレス、対応する Node ID を返す。	対応なし
18	同報先取得要求 (LowReqBcastID)	・同報対象となる同報アドレス情報、Node ID 数情報、Node ID 情報を返す	対応なし

19	完全初期化要求 (LowInitAll)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下位通信ソフトウェアを初期化する。</li> <li>ECHONET MAC アドレスを破棄する。</li> <li>IP アドレスを破棄し、再取得する。</li> <li>ECHONET MAC アドレス取得起動シーケンスを実行する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bluetooth のプロトコルスタック及び Bluetooth デバイスの初期化</li> <li>PANU がスレープとなるためのロールスイッチ設定</li> <li>認証設定(相手端末からの接続要求に対して認証を行なう設定)</li> <li>PIN コード設定(認証時に使用する PIN コードの設定)</li> <li>BNEP 接続</li> </ul>
20	通信停止要求 (LowStop)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下位通信ソフトウェアの ECHONET 電文受信処理、送信処理を停止する。</li> </ul>	対応なし
21	完全停止要求 (LowHalt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下位通信ソフトウェアの ECHONET 電文受信処理、ECHONET 電文送信処理、IP 通信処理、Bluetooth 通信処理を停止する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BNEP 切断(PANU と NAP/GN の BNEP 接続されている場合)</li> </ul>
22	停止通知受信 (LowReceiveStop)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下位通信ソフトウェアに対して、停止通知の受け渡しを行う。</li> </ul>	対応なし
23	下位通信ソフトウェアアドレステーブルデータサイズ取得 (LowGetAddressTableData Size)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下位通信ソフトウェアで保持している下位アドレステーブルデータの組数の取得を行う。</li> </ul>	対応なし
24	下位通信ソフトウェアアドレステーブルデータ要求 (LowGetAddressTableData)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下位通信ソフトウェアで保持している下位アドレステーブルデータの取得を行う。</li> </ul>	対応なし
25	マスターータ通知 (LowSetMasterRouterFlag)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下位通信ソフトウェアに対し、マスターータ通知を行なう。</li> </ul>	対応なし
26	ハードウェアアドレスデータ要求 (LowGetHardwareAddress)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下位通信ソフトウェアに対して保持しているハードウェアアドレスデータを返す。</li> </ul>	対応なし

## 7.8 基本シーケンス (ソフトウェア内部状態遷移仕様)

### 7.8.1 基本的な考え方

本章では、Bluetooth 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

Bluetooth プロトコル用下位通信ソフトウェアの上記 ~ の状態遷移の様子を図7.42に示す。ただし、本状態遷移は ECHONET が Bluetooth を占有する場合を規定したものであり、ECHONET が Bluetooth を占有しない場合はこの限りではない。

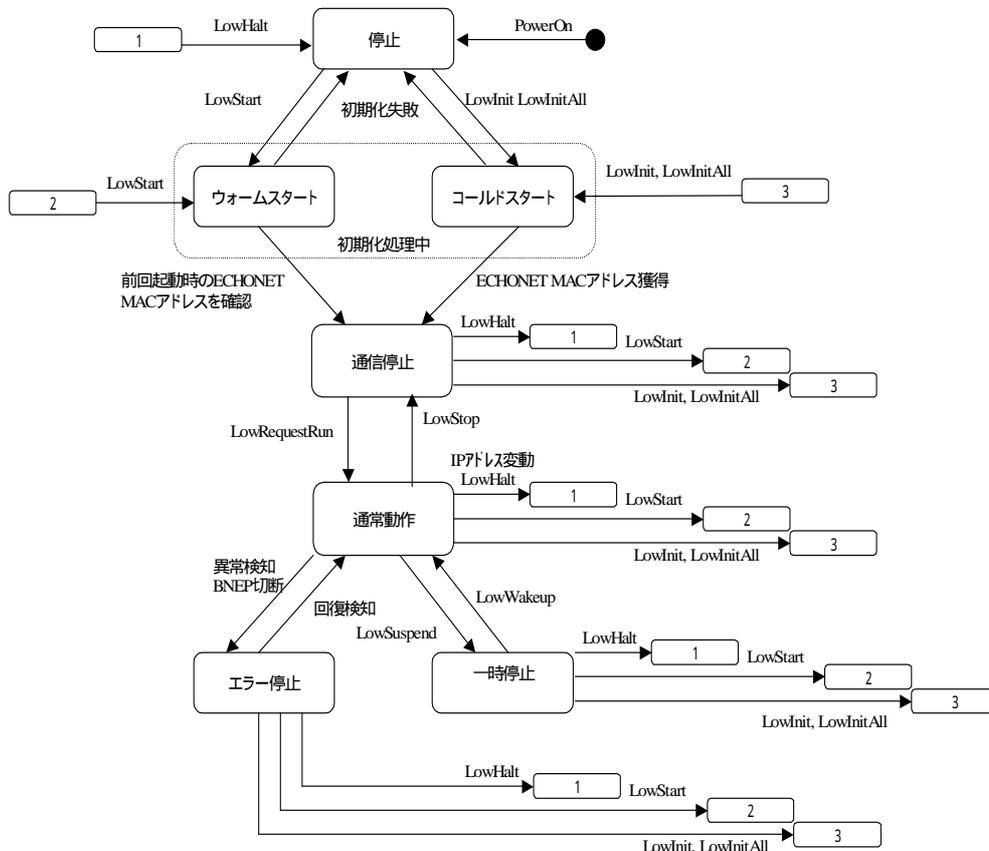


図7.44 シーケンス遷移

### 7.8.2 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  
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。

### 7.8.3 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り、Bluetooth プロトコルにおいては、7.7.4に記載のMACアドレス取得立ち上げシーケンスに従った処理を行ない、以下に示す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。

## (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。詳細は、7.7.4を参照。

NEP で PANU と NAP/GN が接続し Piconet を形成する (Bluetooth レイヤ)

IP アドレスを取得/決定する (IP レイヤ)

IP ネットワークで MAC アドレスを取得する (ECHONET/IP 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

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

MAC アドレス取得立ち上げ処理失敗により遷移する。

### 7.8.4 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り、以下に示す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。詳細は、7.7.4を参照。

## (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。

BNEP で PANU と NAP/GN が接続し Piconet を形成する (Bluetooth レイヤ)

記憶しておいた前回起動時に使用した IP アドレスを用いて起動してもよいことを確認する (IP レイヤ)

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

上記 の IP アドレス,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。

### 7.8.5 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。

## 7.8.6 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、IP レイヤにおける IP 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、Bluetooth レイヤにおける BNEP 接続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。

### 7.8.7 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。

### 7.8.8 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。

## 7.9 収容規定他

### 7.9.1 NAP,GN,PANU 収容要件等

本項ではNAP,GN,PANUにECHONET下位通信ソフトウェア仕様を搭載する際の収容要件等を記す。

#### (1) ブリッジを含むNAP機器規定

図7.1に示したブリッジを含みECHONETノードとして機能するNAP機器でBluetoothメディアに加えて他のメディアがECHONETの通信メディアとして使用される場合(Ver3ではEthernetのみが対象)は次の規定を行なう。即ち下位通信ソフトウェアプロファイルクラスとして定義されているプロパティのMACアドレス情報及び下位ソフトウェア種類についてはECHONET/IPレイヤが初期化時に自己の2つの下位メディアの何れかを固定的に定め、この値を常に使用するものとする。なお、ECHONET/IPレイヤと下位メディア自身の状態との関係は他章同様規定しない。

#### (2) プラグ&プレイマシン規定

プラグ&プレイマシンについて次の様子は規定する。

##### 1) 表示規格

ネットワークトラブルシューティング時を想定し、各ノードに動作モード表示を設けることを推奨する。但し表示手段、表示色、表示位置等は規制しないが、表示にLED以外の方法を採用する場合、表示内容をユーザが判読可能な方法で表示すること。また、表示をLEDで行なう場合は次の表に従うものとする。

表7.29 LED表示と動作モード/表示ノードの関係

LED表示	点灯	点滅	消灯
動作モード	プラグ&プレイ時	プラグ&プレイ設定異常終了の時	プラグ&プレイ時、プラグ&プレイ設定異常終了以外の時
表示ノード	ECHONET MAC アドレス取得中ノード MAC アドレスサーバノード	MAC アドレスサーバノードを含むプラグ&プレイ設定異常ノード	全ノード

\*プラグ&プレイとはECHONET MACアドレス確定処理を指す。

点灯期間：

- ・ECHONET MAC アドレス取得中ノード

ECHONET MAC アドレス初期化要求、ECHONET MAC アドレス確認・取得中、取

- 得完了までの間とする。IP アドレス取得要求・取得中・取得完了を含んでも良い。
- ・MAC アドレスサーバノード  
ECHONET MAC アドレス初期化要求、ECHONET MAC アドレス取得確認中・配布終了までの間とする。IP アドレス取得要求・取得中・取得完了を含んでも良い。

点滅期間： プラグ&プレイ設定異常終了 (ECHONET MAC アドレス取得失敗時) から解消されるまでの間。IP アドレス取得失敗時を含んでも良い。

## 2) ECHONET MAC アドレス取得方法の指定手段

ECHONET MAC アドレス取得方法についての3つの方法は7.7.4節で既に示した。ここでオートモード(A - MODE)以外にサーバ必須モード(SR - MODE)、マニュアルモード(M - MODE)を搭載したノードの場合は、ネットワーク参加前にネットワークの特性(ノード数、立ち上げ時の許容トラフィック、管理者在不在等の条件)等に応じて何処れか1つのモードを選択し指定できる手段を搭載すること。指定方法、動作モード表示方法等は規定しない。

なお、ウォームスタートとコールドスタートの両方を有する場合は任意のスタート方法指定手段をもつこと。

## (3) ECHONET 非搭載 NAP /GN 使用時の相互接続性

本書で定めるタイムアウト値以内でのパケット転送処理が可能で ECHONET マルチキャスト対応を満たす NAP /GN であれば、本書で規定する ECHONET 機能を搭載しない NAP /GN 下でも ECHONET 搭載 PANU 間の相互接続性は保つことができる。本条件を満たす場合は ECHONET 非搭載 NAP /GN の使用は可能である。

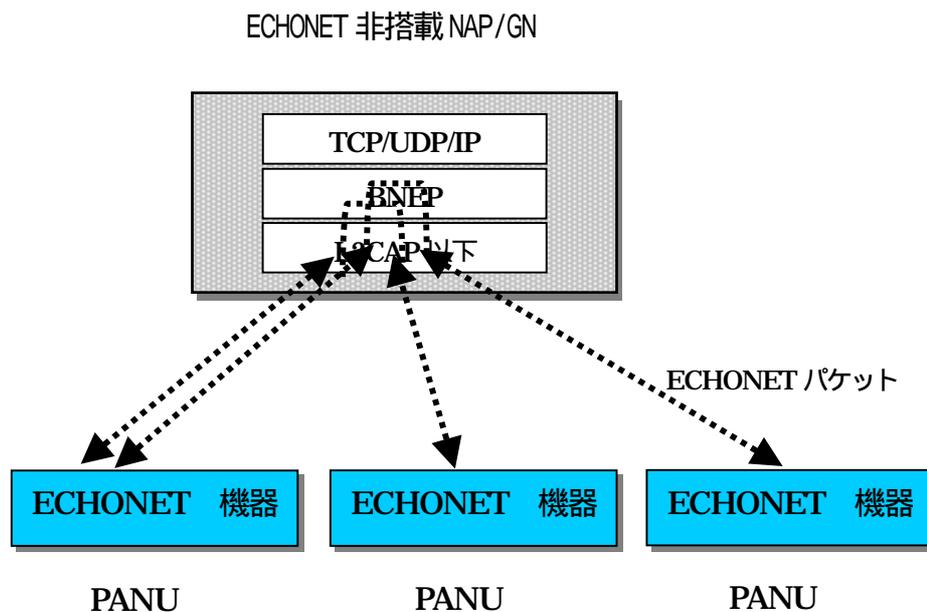


図7.45 ECHONET 非搭載アクセスポイント内での ECHONET パケットの流れ

#### (4) PAN プロファイル関連

PAN プロファイルで規定された必須機能は本規格でも必須とするが、オプション機能の中で PANU の認証ペアリングについては本規格では実装必須とする。但し認証ペアリング機能のアプリケーションレベルでの搭載については製品仕様委ねるものとする。

PIN コードに関して、Bluetooth レイヤ上に ECHONET 機能のみを搭載する機器に認証機能を実装する場合、相互接続のための設定の容易性を考慮し以下の規定とする。

- 1) PANU は予め自身の ECHONET プロファイルオブジェクトに登録されたメーカコード、製造番号合わせ全 15Byte を読み取り、PIN コード用 default 値とする。なお、PIN コードのユーザ任意付与機能は Bluetooth 規格で必須のため、上記値との切り替え機能を合わせもつ必要がある。
- 2) GN, NAP は接続を意図する PANU に付与された PIN 値同等値を PIN 要求時に付与すること。入力要求方法及び入力ユーザインタフェースは規定しない。

#### (5) アドレスサーバ機能を含む機器

プロトコル差異吸収処理部以上のレイヤを含まないが、本章で規定するアドレスサーバ機能を含み、本章規定に準じた機器は IP/Bluetooth 用 ECHONET MAC アドレスサーバ機器として認めるものとする。規定は第7部を参照のこと。

### 7.9.2 留意すべき事項

本項では特に留意すべき事項について記す。

#### (1) ECHONET MAC アドレス取得後の管理

- 1) サブネット内に固定して存在するノードでも、特に分散方式で動作していて電源オンオフやリンク遮断等によるネットワーク離脱、再参加が行なわれる場合はその再起動時に ECHONET MAC アドレスの変更がありうる。従って、各ノードのネットワークへの再参加の際は ECHONET MAC アドレス初期化応答パケットや各種アドレス解決要求パケット、逆アドレス解決要求パケットにより、各ノードが ECHONET MAC アドレスや ECHONET アドレスと対で管理し保持している関連情報データベース上の ECHONET MAC アドレスや ECHONET アドレス値を更新するメカニズムを関連レイヤに搭載することを推奨する。特に、通信ミドルウェアレイヤでは第8部「ECHONET サービスミドルウェア仕様」で定義されているアドレス解決サービスミドルウェアの使用を推奨する。
- 2) ノードが一時的にネットワークから離脱している際、異なるサブネット内のノードの

ECHONET MAC アドレスが変化することがある。この場合離脱したノードは通信相手のアドレスが変化したことを認識することができない。従って離脱ノードの再参入時、自己ノード内のECHONET MAC アドレスやECHONET アドレスを含む関連情報データベースを、初期化の際に 1)同様の対処により更新することを推奨する。

## 付録 7 . 1 Bluetooth Utility レイヤについて

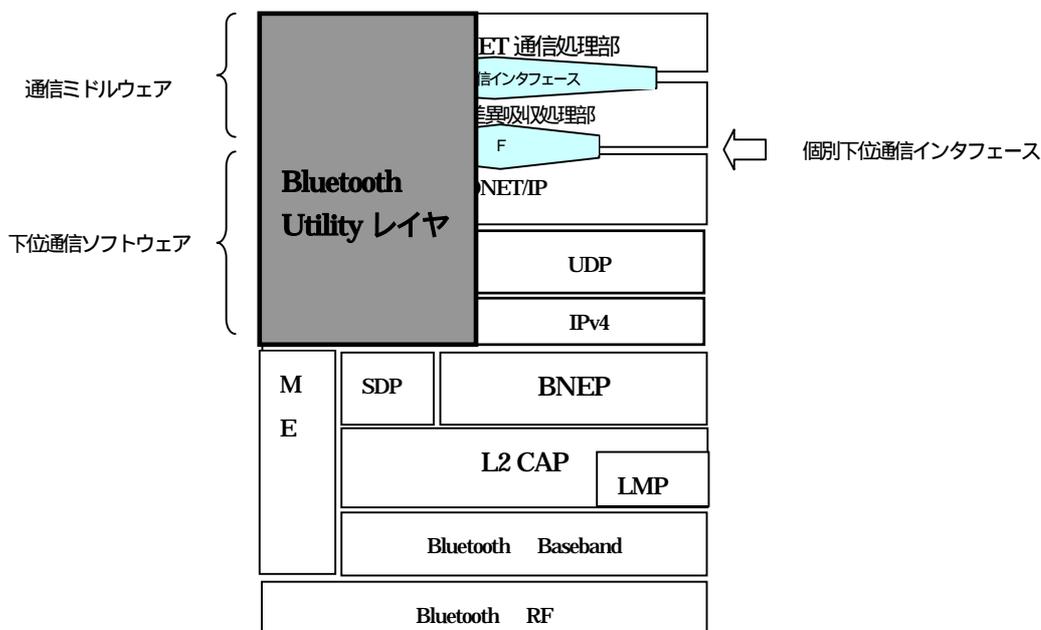
Bluetooth の特有機能は個別下位通信インタフェースにマッピング可能な機能 (状態番号に関するもの等) 以外には ECHONET にマッピングしても、ECHONET 通信処理とは無関係に実行される機能のため、たとえサービスミドルウェアに集約して定義しても殆ど意味がない。これが本文の ECHONET/IP レイヤ内で取って定義していない理由である。しかし、実装時は図 7 . 1 のように SDP, ME, BNEP 上に Bluetooth Utility レイヤを設け、ここに Bluetooth 特有機能をもたせ、アプリケーションソフトウェアに關連付けられた処理を行なうことが自然である。

Bluetooth Utility レイヤの主要機能としては発見ユーザフレンドリー名読み出し、ユーザフレンドリー名書きこみ、最大接続数読み出し、PACKET\_TYPE 変更送信/パワー変更リンクキー読み取り、リンクキー削除、リンクキー指定 PIN 指定等が挙げられ、これらは使用する Bluetooth プロトコルスタック毎に API が用意されている場合もあるので本書では特に定義していない。また、

- ・ 予期せぬリンク遮断後の再接続処理機能、
- ・ ECHONET と ECHONET 以外のアプリケーションの Bluetooth レイヤ管理機能、
- ・ PANU が Inquiry したとき、既にリンクキーを有している GN または NAP が複数発見された時最適なものを選択接続する機能、また ECHONET レイヤからの宛先指定ノードが現在の Piconet 内で発見出来なかった時、発見された未接続の他の GN または NAP に接続し、指定宛先ノードを探索する機能、

等も必要に応じて考慮すべきである。

付録表 7 . 1 に Bluetooth Utility レイヤと Bluetooth レイヤのインタフェース列、付録表 7 . 2 に Bluetooth Utility レイヤへの Bluetooth レイヤからの Status 内容列を参考示す。



付録図 7 . 1 Bluetooth Utility レイヤの位置付け

付録表 7.1 Bluetooth Utility レイヤと Bluetooth レイヤのインタフェース例

コマンドまたはイベント 内容	引き渡されるパラメータ		使用目的及び関連個別下位通信 インタフェース
	引数	戻り値	
自己の BD_ADDR 読み取り		BD_ADDR	初期化処理用,「アドレス情報取得」 に関連
デバイス探索で見えられた Master の BD_ADDR, ユーザフレンドリ名称読み取り		BD_ADDR, ユーザフレンドリ名称	初期化処理用,複数接続デバイス候補 選択用,リンクキーのあるデバイスの再 参入時,「初期化要求」に関連
使用可能パケット読み出し		PacketType コード列	初期化処理用,「プロファイル取得」 に関連
デバイスバージョン情報読み取り		BT バージョン No	下位通信ソフトウェアプロファイル作成 用,ECHONET レイヤ設定値を代用して も良い,「プロファイル取得」に関連
最大接続可能ノード数 Master のみ		MAX_Connection	初期化処理用 最低 2 個以上
指定された Connection Handle に関するモード (active/park) が変更された時発生する		Status,Connection_Handle ,Current_Mode	active/park 切り替え用 「ステータス取得」に関連
接続遮断	Connection_Handle, Reason		セキュリティ用,動作モード遷移用, 不当な接続拒否用
BT レイヤを standby モードとし設定値を default 値に戻す		Status	初期化処理用,動作モード遷移用,
パケットタイプが変更されたことを示す		Status,Connection_Handle, Packet_Type	パケット切り替え用
Packet_Type の変更	Connection_Handle, Packet_Type		パケット切り替え用
指定された暗号化変更が完了した時発生する		Status,Connection_Handle,Encryption_Enable	暗号化用
リンクレベルでの暗号化有効化,無効化	Connection_Handle, Encryption_Enable,		暗号化用
暗号化モードを読み出す		Status ,Encryption_Mode	暗号化用
PAN 以下のレイヤのエラーコード発生時通知		status	下位通信ソフトウェアプロファイル作成 用,「ステータス取得」に関連
PAN 以下のレイヤの状態通知 (Standby 中,Initialize 中,Initialize 終了,通常動作中,park モード中,エラー停止中,リンクキー要求,PIN コード要求)		status	BT 上位レイヤ管理用,上位起動用, 「ステータス取得」に関連
接続が切断されたことを示す		Status,Connection_Handle,Reason	再起動用,BT 上位レイヤ管理用 「ステータス取得」に関連

接続を形成する両方の host に新しい接続が確立されたことを示す		Status,Connection_Handle, Link_Type,Encryption_Mode, BD_ADDR	BT 上位レイヤ起動用
Park モード移行	Connection_Handle, Beacon_Max_Interval, Beacon_Min_Interval		一時停止用
Park モード解除	Connection_Handle,		一時停止解除用
送信パワー変更	Connection_Handle, Type	Status ,Connection_Handle,Transmit_Power_Level	電力制御用
格納されているリンクキーを読み取る	BD_ADDR, Read_All_Flag	Status,Max_Num_Keys, Num_Keys_Read	認証用
リンクキー削除	BD_ADDR, Delete_All_Flag	Status,Num_Keys_Deleted	認証用
リンクキーを指定する	BD_ADDR, Link_Key	Status, BD_ADDR	認証用
PIN を指定する	BD_ADDR, PIN_Code_Length, PIN_Code	Status, BD_ADDR	認証用

註)表中の引き渡されるパラメータ名はBluetooth Specification Version1.1 (Core Specification) HCI 定義内容に準じる。

付録表7.2 Bluetooth Utility レイヤへのBluetooth レイヤからのStatus 内容列

存在しない接続
ハードウェア障害
ページタイムアウト
認証失敗
接続タイムアウト
接続の最大数
既存の ACL 接続
ホストタイムアウト
他方による接続の中断 ユーザが接続遮断
他方による接続の中断 資源が少ない
他方による接続の中断 電源切断が近い
ローカルホストによる接続の中断
試行の繰り返し
LMP 応答タイムアウト
再接続試行失敗

## 第 8 章 IP/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様

### 8.1 方式概要

本章では、UDP/IP 下のメディアを収容する方式を 7 章にて導入したので、UDP/IP のメディアとして現在最も普及している Ethernet、IEEE802.3 ネットワークを ECHONET の伝送メディアとして UDP/IP 下に収容する方式を規定する。ECHONET と UDP/IP のインタフェースは 7 章で定められたものをそのまま使用し、UDP/IP の 1 アプリケーションとしてのプロトコルとして規定する。

Ethernet は DIX 標準 (DIX= Digital Equipment 社, Intel 社, Xerox 社) として 1980 年に標準化されているが、通例にならって本書でも DIX 標準を Ethernet として呼ぶこととする。

一方 IEEE (Institute for Electronics and Electrical Engineers) では IEEE802.3 ネットワークとして DIX 標準をベースに物理層と、データリンク層にあたる Media Access Control (以下「MAC」) 層及び Logical Link Control 層 (以下「LLC 層」) を標準化しており ISO/IEC 規格として広く普及している。Ethernet と IEEE802.3 ネットワークの基本的な差異は伝送フレームの 1 部フィールドの違いであるため本規格では両者とも取りこんだ規格とする。

また IP データグラムを使用しての伝送方法が既に Ethernet、IEEE802.3 ネットワーク各々についてインターネット標準規格で規定されているのでこれらを使用することとする。

図 8.1 にレイヤ構成を示す。ECHONET 伝送フレームは UDP/IP フレームとして、Ethernet または IEEE802.3 ネットワークフレームのデータ領域にカプセル化されてノード間を伝送される。ECHONET で定義する部位は UDP/IP から見ればアプリケーションレイヤとして位置付けられ、ECHONET 通信ミドルウェアから見れば、本章で規定される部位以下はレイヤ 1, 2 に相当する。

本バージョンでは Internet Protocol Version 4 (以下「IPv4」) のみ規定し Internet Protocol Version 6 (以下「IPv6」) は規定しない。

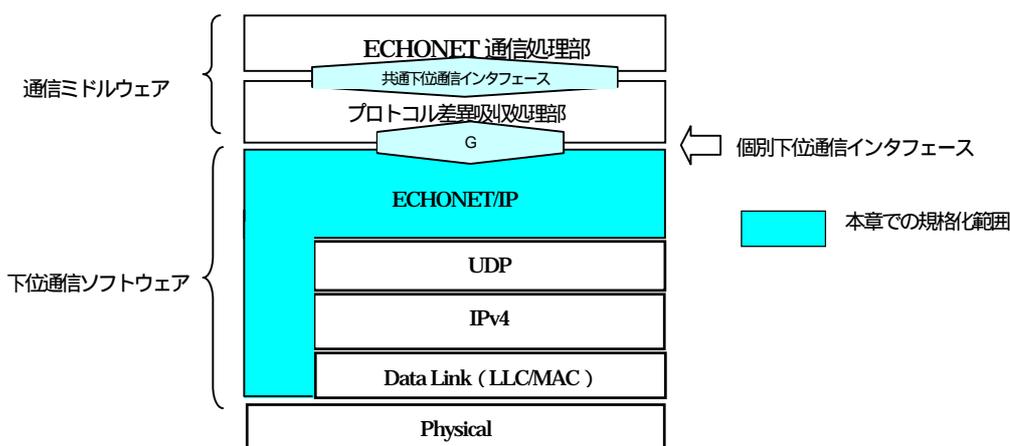


図 8.1 レイヤ構成

## 8.1.1 通信モデル

### (1) トポロジー

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。異メディアとの接続はECHONETルータにて接続する。また,7章7.7.1項で記したIPメディアとしての収容規定1)レイヤ2ブリッジ接続規定,2)IPルータを跨いだサブネット禁止規定は本規格でも適用するものとする。

### (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) パケット長

ECHONETフレームはIEEE802.3ネットワークの場合,MACヘッダ+トレイラー(Max18Byte),LLC+SNAPヘッダ(Max8Byte),IPヘッダ(IPv4 Max24Byte)+UDPヘッダ(Max8Byte),FCS(4Byte)とともにMACフレームに収容される。これらの総和は最大1518Byteのため最大データ長は $1518-(18+8+24+8+4)=1456$ ByteとなりECHONET伝送フレーム最大パケット長(ECHONETフレーム最大サイズ262ByteにSA/DA情報サイズ、EDCサイズを追加したサイズ)を充分サポートできるので複数のECHONET伝送フレームに分割する必要はない。

### (4) 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。本バージョンではこれらの諸条件と相互接続性を考慮してBluetooth等他メディアも含めて共通な固定タイムアウト時間値を規定するものとし,動的にタイムアウト時間値を定める方法等は次バージョン以降必要に応じて定めるものとする。

## 8 . 1 . 2 適用規格

802.3 ネットワーク適用時以下の規格書の関連章を満たすこと。

IEEE Std 802 Overview and Architecture

ANSI/IEEE Std 802.2 Logical Link Control (ISO/IEC 8802-2)

ANSI/IEEE Std 802.3 CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications (ISO/IEC 8802-3)

Ethernet 適用時以下の規格書の関連章を満たすこと。

DIX, "The Ethernet - A Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer Specifications", Digital, Intel, and Xerox, November 1982.

Ethernet タイプフィールドは

Ethernet Numbers (<http://wwwiana.org/numbers.htm> 等で入手可能)の該当値を満たすこと。

UDP/IP 関連の規格は 8 . 6 節に記載している。

### 8.1.3 規格化範囲

本規格は図 8.1 に示した ECHONET/IP 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/IP 各レイヤとのインタフェース仕様を規定するものであり、Ethernet または IEEE802 ネットワークや UDP/IP 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/IP 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/IP 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。

また、本規格は他の UDP/IP アプリケーションと ECHONET レイヤの Ethernet または IEEE802 ネットワークレイヤ上での共存方法は本書では規定しない。

### 8.2 機械・物理仕様

IEEE802 ネットワーク適用時は ANSI/IEEE Std802.3 CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications の関連章を適用する。

10Mbps ANSI/IEEE Std802.3(8-20 章) 10Base-T 等

100Mbps ANSI/IEEE Std802.3(21-29 章) 100Base-T 等

1000Mbps ANSI/IEEE Std802.3(36-42 章) 1000Base-T 等

Ethernet 適用時は

D-I-X, "The Ethernet - A Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer Specifications", Digital, Intel, and Xerox, November 1982 を適用する。

### 8.3 電気仕様

IEEE802 ネットワーク適用時は ANSI/IEEE Std802.3 CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications の関連章を適用する。

10Mbps ANSI/IEEE Std802.3(8-20 章) 10Base-T 等

100Mbps ANSI/IEEE Std802.3(21-29 章) 100Base-T 等

1000Mbps ANSI/IEEE Std802.3(36-42 章) 1000Base-T 等

Ethernet 適用時は

D-I-X, "The Ethernet - A Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer Specifications", Digital, Intel, and Xerox, November 1982 を適用する。

## 8.4 論理仕様概要

論理仕様に関する IP レイヤ以上は7.4節参照とするが、ECHONET パケットは UDP/IP によりカプセル化され、さらに Ethernet や IEEE802.3 ネットワークで規定されるプロトコルによりカプセル化され伝送路に送出される。本節では IP レイヤより下のレイヤを説明する。図8.2, 8.3 論理レイヤに示した様に、Ethernet と IEEE802.3 ネットワークの違いはデータリンク層にあり、IEEE802.3 ネットワークでは LLC 層と Sub-Network Access Protocol (以下「SNAP」) で付加されるヘッダを含むフレームが構成されることである。Physical 層終端での両者のフレーム構造を図8.4に Ethernet と IEEE802.3 フレーム構造に記載し、両者のフレーム構成の違いを示した。フレーム上では「長さまたはタイプ」に相当するフィールドデータが異なりこの値域を識別することにより2つのシステムは共存できる。各レイヤでのヘッダの内容は8.5節にて述べる。

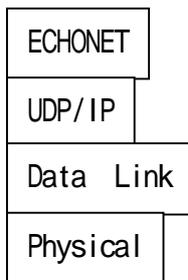


図8.2 Ethernet論理レイヤ図

ECHONET	
UDP/IP	
Data Link	LLC+SNAP(802.2) 副層
	MAC(802.3) 副層
Physical	Physical Signaling(802.3) 副層
	Media(802.3)

図8.3 IEEE802.3論理レイヤ図

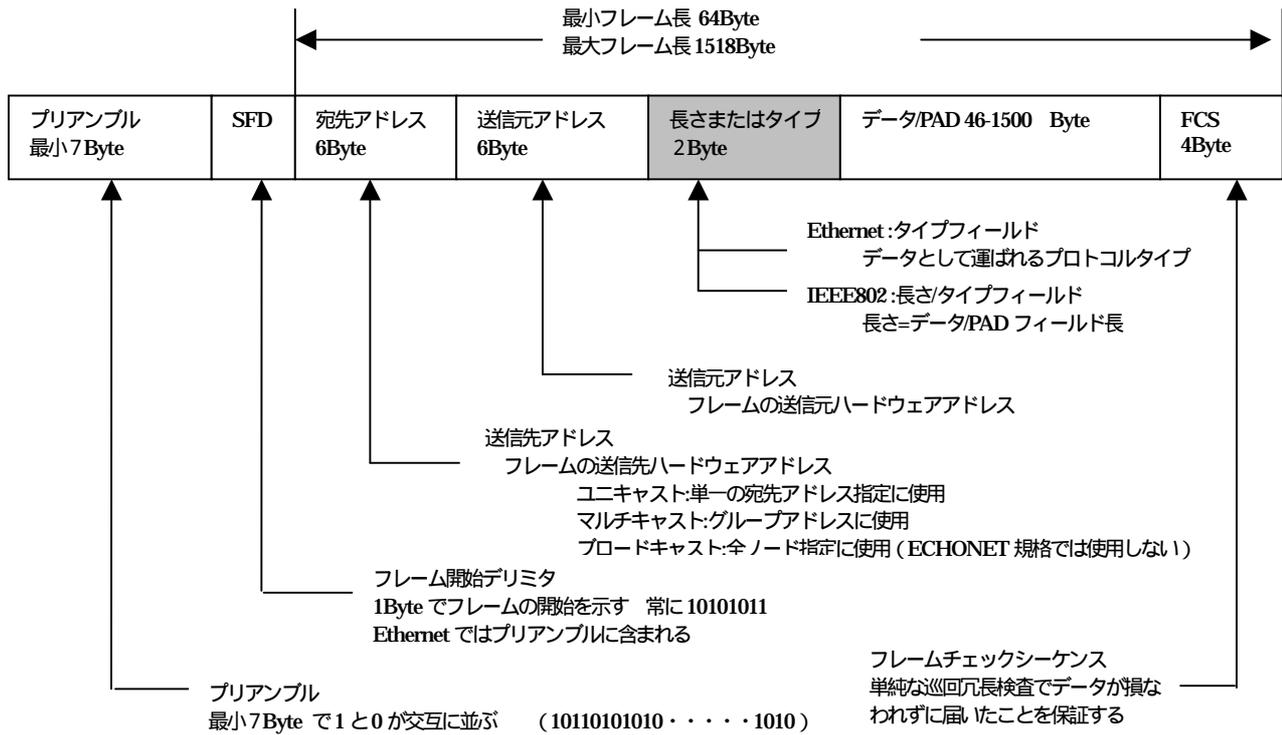


図8.4 Ethernet と IEEE802.3 フレーム構造

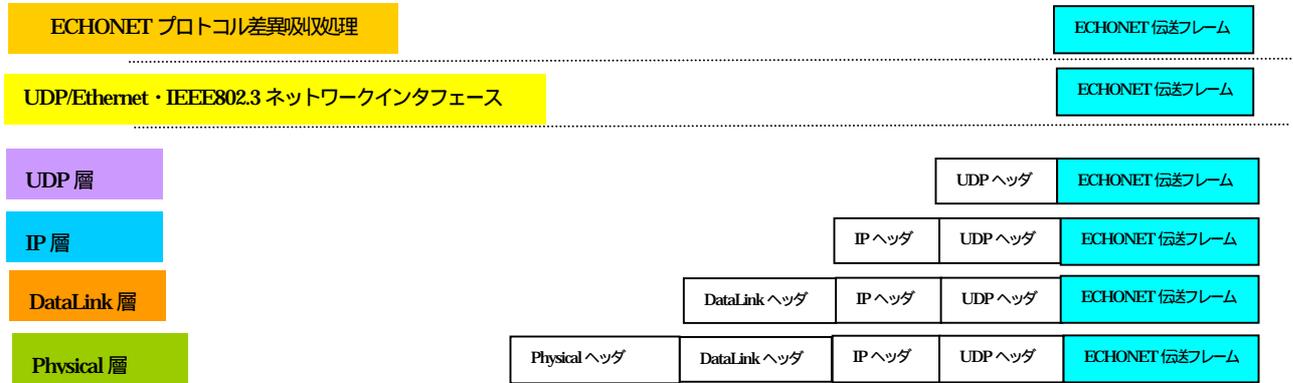


図 8 . 5 Ethernet によるヘッダ

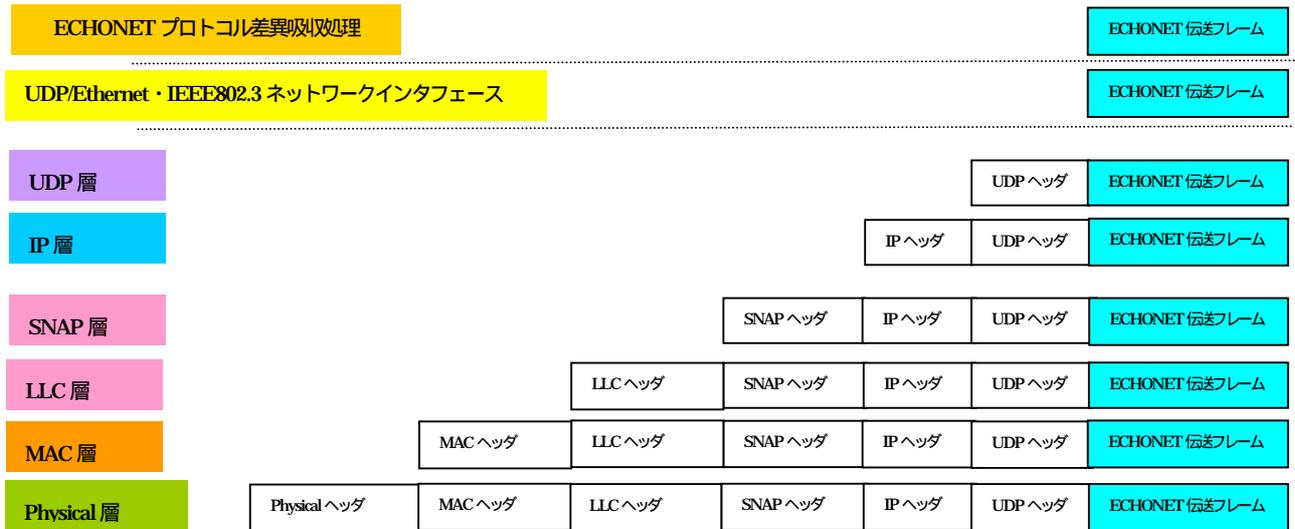


図 8 . 6 IEEE802.3 標準によるヘッダ

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

本節ではデータリンク層の LLC 層と MAC 層について述べる。

IEEE802.3 ネットワークの LLC 層は IP 層にコネクションレスサービス (Type1) とコネクションサービス (Type2) を提供し, MAC 層からはデータリクエスト, データインディケーション, 状態インディケーションサービスを受け付ける。IEEE802.3 ネットワーク, Ethernet では LLC, SNAP 有無, の機能差によりプロトコルが異なっている。LLC 層, SNAP に関する詳細は ANSI/IEEE Std802.2 Logical Link Control (ISO/IEC 8802-2) を参照のこと。また IPv4 での規定事項としては RFC1122, RFC894, RFC948 を参照のこと。

IEEE802.3 では Ethernet に比べ付加されるヘッダが多く, SNAP でプロトコル ID または組織コード, タイプ情報が付加され, LLC 層で宛先サービスアクセスポイント, 送信元サービスアクセスポイント, 制御コードが付加される。宛先サービスアクセスポイントは 8 ビットで最上位ビットが 0 でユニキャスト, 1 でグループアドレスを示す。また送信元サービスアクセスポイントは 8 ビットで最上位ビットが 0 でコマンド, 1 でその応答を示すフラグとして ANSI/IEEE Std802.2 に定義されている。RFC948 では宛先サービスアクセスポイント, 送信元サービスアクセスポイントともに 0xAA, プロトコル ID または組織コード=0x00, 制御コード=0x03 の指定を定めている。

データリンク層の MAC 層に関する詳細は IEEE802.3 適用時 ANSI/IEEE Std802.3 該当章, Ethernet 適用時 D-I-X, "The Ethernet - A Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer Specifications" の該当章 を参照のこと。MAC 層では CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect) 方式が採用されており, 仮にノード間での送信パケットの衝突が生じたとしてもプリアンプル内でハードウェア的に衝突が検知され, バックオフアルゴリズムによる自動再送機能によりリカバリーされる。r は下記範囲内の整数値であり, この値と 1 スロットタイム (512 ビット時間) の積でバックオフ時間が定められる。

$$0 \leq r < 2^k \quad (\text{ここで } k = \min(n, 10))$$

n は再試行回数であり 16 を超えるとフレーム送信は中止される。

宛先アドレス, 送信元アドレスとしては, ユニキャストアドレスとして 48 ビット, マルチキャストアドレスとして最上位 byte の最下位ビット=1, また IPv4 の場合は特に, クラス D IP マルチキャストアドレスの下位 23 ビットを 0x01005e に続く各ビットに埋め込んだ値とすることが RFC1112 により規定されている。なお, ブロードキャストアドレスは全フィールド=1 と規定されているが ECHONET では使用しない。

フレーム上の「長さまたはタイプ」に相当するフィールドデータで Ethernet では「タイプ」として 0x0600 以上の値を用いるように Ethernet Numbers (<http://www.iana.org/numbers.htm> 等で入手可能) で定められている。具体時には 0x0800 (IPv4), 0x0806 (ARP 時) である。IEEE802.3 ネットワークでは「長さ」として 0x05dc (1500 10 進) 以下の値となるため, このフィールド値の識別により 2 つのシステムが共存できる。Ethernet と IEEE802.3 ネットワークの IP 層での共存に関しては RFC1122 にて規定されており 1) Ethernet パケットは必ず送受信できなければならない, 2) Ethernet パケットと混在した IEEE802.3 パケットの受信機能付加を強く推奨, 3) IEEE802.3 パケットの送信機能付加はオプションでよい旨が規定されている。



I/G=0 個別アドレス I/G=1 グループアドレス  
 U/L=0 グローバルアドレス U/L=1 ローカルアドレス  
 上位 3Byte はベンダーコード (OUI)

図 8.7 宛先アドレス,送信元アドレスアドレスフォーマット (IEEE 802 ネットワーク)

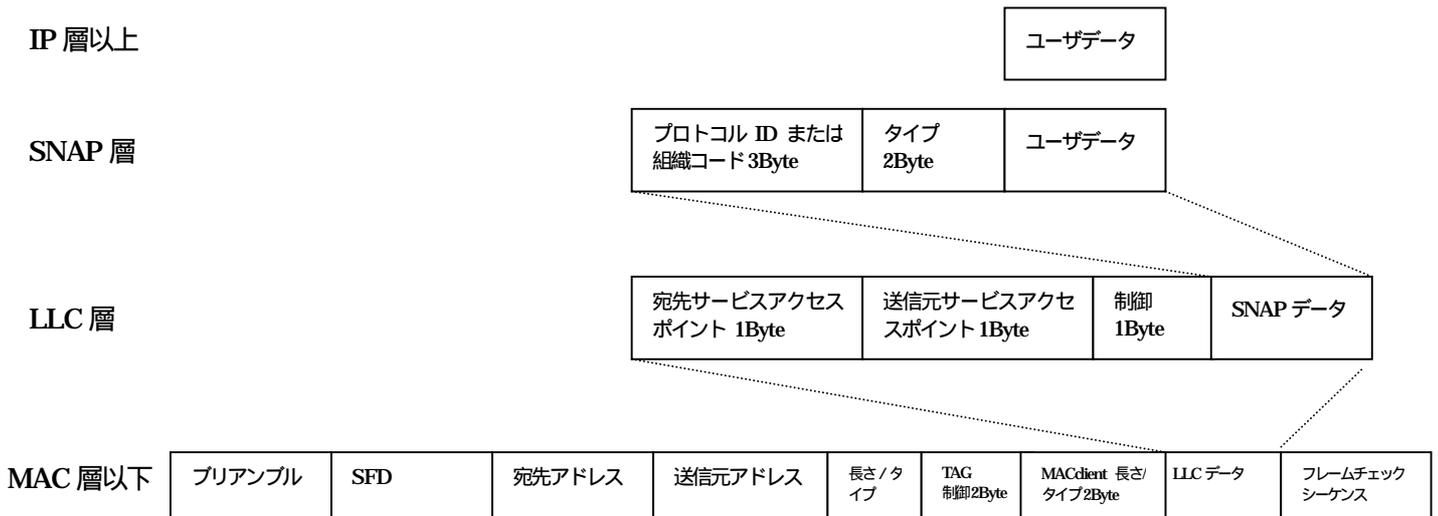


図 8.8 IEEE802.3 フレーム構成

## 8.6 論理仕様 (UDP/IP レイヤ)

7章7.6節参照のこと。

但し (1) (A)使用プロトコル及び関連RFCとして次のRFCを加える。

- RFC-826 An Ethernet Address Resolution Protocol or Converting Network Protocol Addresses to 48bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware
- RFC-1700 Assigned Numbers

IEEE802 ネットワーク適用時は次のRFCに従うこと。

- RFC948 A Standard for the Transmission of IP Datagram over IEEE 802 Networks

Ethernet 適用時は次のRFCに従うこと。

- RFC894 A Standard for the Transmission of IP Datagram over Ethernet

## 8.7 論理仕様 (ECHONET/IP レイヤ)

本節は7章7.7節を適用する。

但しUDPパケットにおいて以下の値を適用する。

ハードウェアタイプ	Ethernet(10Mb)	1
	IEEE802.3	6
ハードウェアアドレス	Ethernet	48bit Ethernet アドレス
	IEEE802.3	48bit IEEE 802 アドレス

### 8.7.1 時間規定

本節は7章7.7.6項を適用する。但し  $T7 = \text{ECHONET MAC アドレス値} \times T1 + T0$  において  $T1 = 5 \text{ ms}$  とすること。

### 8.8 基本シーケンス

本節では個別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。なお、ここではECHONET/IPレイヤが伝送メディアを占有して動作している場合を示す。

- 停止状態
- 初期化処理中状態
- 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

なお、各状態の状態遷移図を図8.9に示す。

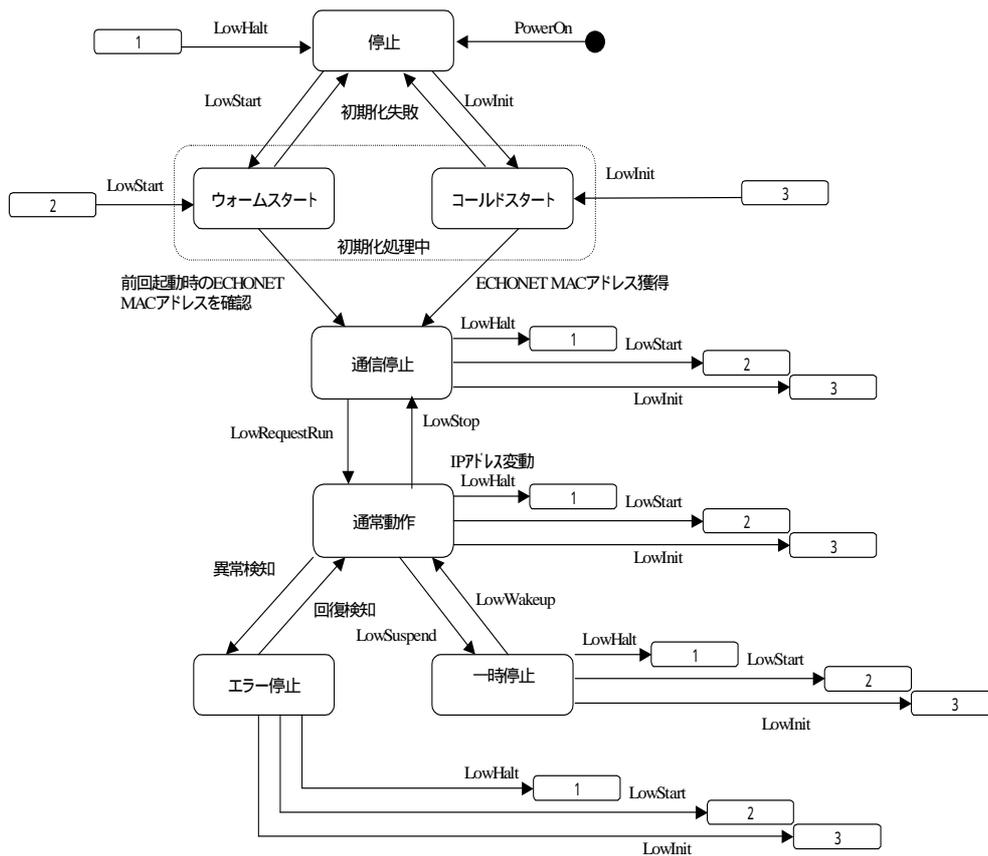


図8.9 状態遷移図

### 8.8.1 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 IP アドレス取得は初期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。

### 8.8.2 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

通信ソフトウェアより 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それぞれで定めな。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。

### 8.8.3 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。

#### 8.8.4 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処理部電文に変換し、プロトコル差異処理部に出力する。

(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 IP レイヤにおける IP 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。

### 8.8.5 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。

### 8.8.6 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。

## 8.9 収容規定他

7章7.9.1項(2),(5),7.9.2項を参照のこと。但し MAC アドレスサーバ機器に関してはIP/Ethernet・IEEE802.3用ECHONET MAC アドレスサーバ機器として認めるものとする。規定は第7部を参照のこと。