

第3-2部 伝送メディアと下位通信ソフトウェア仕様 IPv4 編

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

・Version3.30 Draft 2004年 7月30日 コンソーシアム会員内公開。

変更のある目次項目は、以下の通り。

	変更部位 (目次項目)	追加・変更概要
1	1.1	図 1.1 に IEEE802.11/11b を追加
2	1.2	下位通信ソフトウェア概要に IEEE802.11/11b を追加
3	1.2	表 1.1 各ソフトウェアとサポートする伝送メディア の關係に IEEE802.11/11b を追加
4	1.4	他規格との關係に IEEE802.11/11b を追加
5	3.3.1(5)	登録時の変調速度を規定
6	3.3.2(2)	・通信チャンネルグループを変更 ・マスターノードが通信チャンネルグループを 変更できる機能を規定

7	3.4.2(1)	<ul style="list-style-type: none"> ・ビット同期1を変更 ・繰り返し送信回数Nのmin値を規定 ・ACK送信時の繰り返し送信回数を規定
8	3.4.3(1), (2), (5)(A), (6)(D), (5), (6), (9)	<ul style="list-style-type: none"> ・マスターノードは、マスターノードのみの機能を有してよいと変更 ・登録モードでの伝送速度を規定 ・登録モードでのバージョン情報のフラグ設定を規定 ・(設定方法2)における(2)情報伝送のデータ2のデータ部を変更 ・(3)送信のチャンネル番号を示すフラグ(3ビット)を変更 ・フラグの『上位』、『下位』を規定 ・情報伝送信号の信号内容を示すフラグを変更 ・通信可能な伝送速度情報を示すフラグを規定 ・一時連続動作状態への移行を示すフラグを規定 ・送信出力情報を示すフラグを規定 ・バージョン情報を示すフラグを規定 ・リンク接続機能を示すフラグを規定 ・伝送データの送信時間を変更
9	3.4.4(1), (2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ACK信号に関して変更 ・リンク接続に関して変更 ・バージョン情報の返信を規定 ・受信レベルの返信を規定 ・ベンダー電文の返信を規定 ・一時連続受信機能を規定
10	9	第9章 IEEE802.11/11b 通信プロトコル仕様を新設

・Version3.30

2004年12月2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	9.9.3	表9-6の説明P.9-26上から6行目、「WEP Length にはシェアードキー認証方式の場合の認証鍵の」を「WEP Length には認証鍵の」に変更。
2	付録9.1	認証キーの説明を、「シェアードキー認証方式の場合の」から「WEPの」に修正

- Version3.40 Draft 2004年12月28日 コンソーシアム会員内公開。
変更のある目次項目は、以下の通り。

	変更部位 (目次項目)	追加・変更概要
1	1.1	図1.1に電灯線c、d方式追加 レイアウト変更
2	10章	電灯線c方式を追加
3	11章	電灯線を電灯線d方式としてバージョンアップ

- Version3.40 2005年 2月 3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	3.4.3	無線システム識別符号に関する説明を修正

- Version3.41 2005年 5月11日 コンソーシアム会員内公開。
- Version3.2 2005年10月13日 一般公開。
- Version3.42 2005年10月27日 コンソーシアム会員内公開。
- Version3.50 Draft 2006年 8月 3日 コンソーシアム会員内公開。
- Version3.50 2006年 9月20日 コンソーシアム会員内公開。
- Version3.51 Draft 2007年 2月 2日 コンソーシアム会員内公開。
- Version3.60 2007年 3月 5日 コンソーシアム会員内公開。
2007年12月11日 一般公開。
- Version3.60 2007年 3月 5日 コンソーシアム会員内公開。
- Version4.00 Draft 2011年 4月 7日 コンソーシアム会員内公開。

変更のある目次項目は、以下の通り。

	変更部位 (目次項目)	追加・変更概要
1	全般	・「第3部 伝送メディアと下位通信ソフトウェア仕様」を3つのドキュメントに分割し、本書は「第3-2部 伝送メディアと下位通信ソフトウェア仕様 IPv4 編」として再編集
2	第1章	・新規作成 ・IPv4 下位通信ソフトウェアについての説明の追加
3	第2章～第6章	分割に伴う章番号の繰り上がりとそれに伴う図表番号の変更

・Version4.00 2011年 6月30日 コンソーシアム会員内公開。

変更のある目次項目は、以下の通り。

	変更部位 (目次項目)	追加・変更概要
1	全般	「IP」を「IPv4」に変更
2	1.3	<ul style="list-style-type: none"> ・「新規伝送メディア」の「新規」を削除 ・「小電力無線」の文言の一部削除。 ・「ツイストペア線」の文言の追記。
3	1.4	「郵政省」を「総務省」に変更

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

目次

第1章 IPv4 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 IPv4 下位通信ソフトウェア概要.....	1-2
1.3 IPv4 伝送メディア概要.....	1-4
1.4 他規格との関連.....	1-5
第2章 IPv4/Bluetooth®通信プロトコル仕様.....	2-1
2.1 方式概要.....	2-1
2.1.1 通信モデル.....	2-2
2.1.2 適用規格.....	2-8
2.1.3 規格化範囲.....	2-9
2.2 機械・物理特性.....	2-10
2.3 電氣的仕様.....	2-10
2.3.1 伝送方式および伝送信号.....	2-10
2.3.2 周波数.....	2-12
2.4 論理仕様概要.....	2-13
2.5 論理仕様 (Bluetooth®レイヤ以下).....	2-18
2.5.1 Bluetooth®.....	2-18
2.5.2 PAN プロファイル.....	2-20
2.6 論理仕様 (IPv4 レイヤ).....	2-25
2.7 論理仕様 (IPv4 / Bluetooth®インタフェースレイヤ).....	2-27
2.7.1 UDP インタフェース.....	2-27
2.7.2 パケットフォーマット.....	2-27
2.7.3 基本通信シーケンス.....	2-43
2.7.4 ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンス.....	2-53
2.7.5 MAC アドレスサーバ機能.....	2-69
2.7.6 時間に関する規定.....	2-74
2.7.7 Bluetooth®インタフェース.....	2-76
2.8 基本シーケンス (ソフトウェア内部状態遷移仕様).....	2-78
2.8.1 基本的な考え方.....	2-78
2.8.2 停止状態.....	2-79
2.8.3 コールドスタート状態.....	2-80
2.8.4 ウォームスタート状態.....	2-80
2.8.5 通信停止状態.....	2-81
2.8.6 動作状態.....	2-82
2.8.7 エラー停止状態.....	2-83
2.8.8 一時停止状態.....	2-83

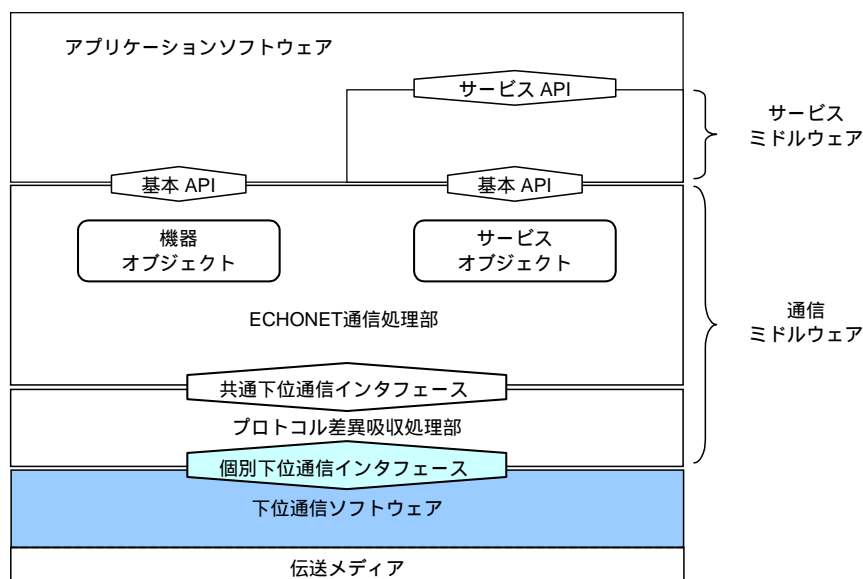
2.9	収容規定他	2-85
2.9.1	NAP,GN,PANU 収容要件等	2-85
2.9.2	留意すべき事項	2-87
第3章 IPv4/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様		3-1
3.1	方式概要	3-1
3.1.1	通信モデル	3-2
3.1.2	適用規格	3-3
3.1.3	規格化範囲	3-4
3.2	機械・物理仕様	3-4
3.3	電気仕様	3-4
3.4	論理仕様概要	3-5
3.5	論理仕様 (Ethernet・IEEE802.3 ネットワークレイヤ)	3-8
3.6	論理仕様 (UDP/IPv4 レイヤ)	3-10
3.7	論理仕様 (ECHONET/IPv4 レイヤ)	3-10
3.7.1	時間規定	3-10
3.8	基本シーケンス	3-11
3.8.1	停止状態	3-12
3.8.2	初期化処理中状態	3-12
3.8.3	通信停止状態	3-13
3.8.4	通常動作状態	3-14
3.8.5	エラー停止状態	3-15
3.8.6	一時停止状態	3-15
3.9	収容規定他	3-16
第4章 IEEE802.11/11b 通信プロトコル仕様		4-1
4.1	方式概要	4-1
4.1.1	用語定義	4-2
4.1.2	通信モデル	4-2
4.1.3	適用規格	4-8
4.1.4	規格化範囲	4-8
4.2	機械物理仕様	4-8
4.3	電気仕様	4-8
4.3.1	伝送方式および伝送信号	4-9
4.3.2	周波数	4-10
4.4	論理仕様概要	4-11
4.5	論理仕様 (802.11/11b ネットワークレイヤ)	4-12
4.6	論理仕様 (UDP/IPv4 レイヤ)	4-13
4.7	論理仕様 (ECHONET/IPv4 レイヤ)	4-13
4.7.1	時間規定	4-13
4.8	基本シーケンス	4-14

4.8.1	停止状態.....	4-15
4.8.2	初期化処理中状態.....	4-15
4.8.3	通信停止状態.....	4-16
4.8.4	通常動作状態.....	4-17
4.8.5	エラー停止状態.....	4-18
4.8.6	一時停止状態.....	4-19
4.9	収容規定他.....	4-19
4.9.1	ECHONET MAC アドレスサーバ.....	4-19
4.9.2	レイヤ管理機能収容規定.....	4-19
4.9.3	初期化パラメータ.....	4-21
4.9.4	下位通信ソフトウェア初期化情報通知規定.....	4-22
付録4.1	IEEE802.11/11b メディア搭載 ECHONET ノードの起動シナリオ.....	4-34
付録4.2	IEEE802.11/11b 伝送メディア規格、運用の基本思想.....	4-56

第1章 IPv4 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。IPv4 伝送メディアは図の最下層に示す3種類の伝送メディア (Bluetooth®, イーサネット、IEEE802.11,11b) から構成される。通信ミドルウェア部との接続については、第6部の個別下位通信インタフェースにて規定する。



現行バージョンがサポートする下位通信ソフトウェア

標記	下位通信ソフトウェアの名称	伝送メディア
F	BluetoothR (UDP/IPv4)	小電力無線 (BT)
G	Ethernet IEEE802.3 (UDP/IPv4)	イーサネット
H	IEEE802.11 IEEE802.11b (UDP/IPv4)	小電力無線 (WLAN)

図 1.1 ECHONET アーキテクチャ

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。

1.2 IPv4 下位通信ソフトウェア概要

下記に示す3種類のIPv4 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。

IPv4/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/IPv4 を使用する。

IPv4/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。

IEEE8011/11b 依存下位通信ソフトウェア

IEEE802.11 または IEEE802.11b 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/IPv4 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
IPv4/Bluetooth®依存下位通信ソフトウェア	-	(Bluetooth®)	-	-
IPv4/Ethernet・IEEE802.3依存下位通信ソフトウェア	-	-	-	同軸ファイバー含む
IEEE802.11/11b依存下位通信ソフトウェア	-	○ (IEEE802.11/11b)	-	-

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
 - NULL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 IPv4 伝送メディア概要

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

小電力無線

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

特長は以下である。

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

ツイストペア線

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

- ・信頼性が高い
- ・セキュリティが高い

1.4 他規格との関連

小電力無線

本規格は、以下の内容を含んだ ARIB 標準規格に適合する。

- ・ 法律：電波法, 電気通信事業法

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

- ・ 法律や省令に基づく総務省告示

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

IPv4/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/IPv4 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。

IPv4/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/IPv4 関連のインターネット標準規格を適用する。

IEEE802.11/11b プロトコル

本規格は IEEE802.11 規格を前提にし, 物理層での高速化を目的とした IEEE802.11b も含み, UDP/IPv4 関連のインターネット標準規格を適用する。

第2章 IPv4/Bluetooth®通信プロトコル仕様

2.1 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/IPv4 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/IPv4 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 v4 機能を収容するに当たって以下の 3) 5) に特に留意した。

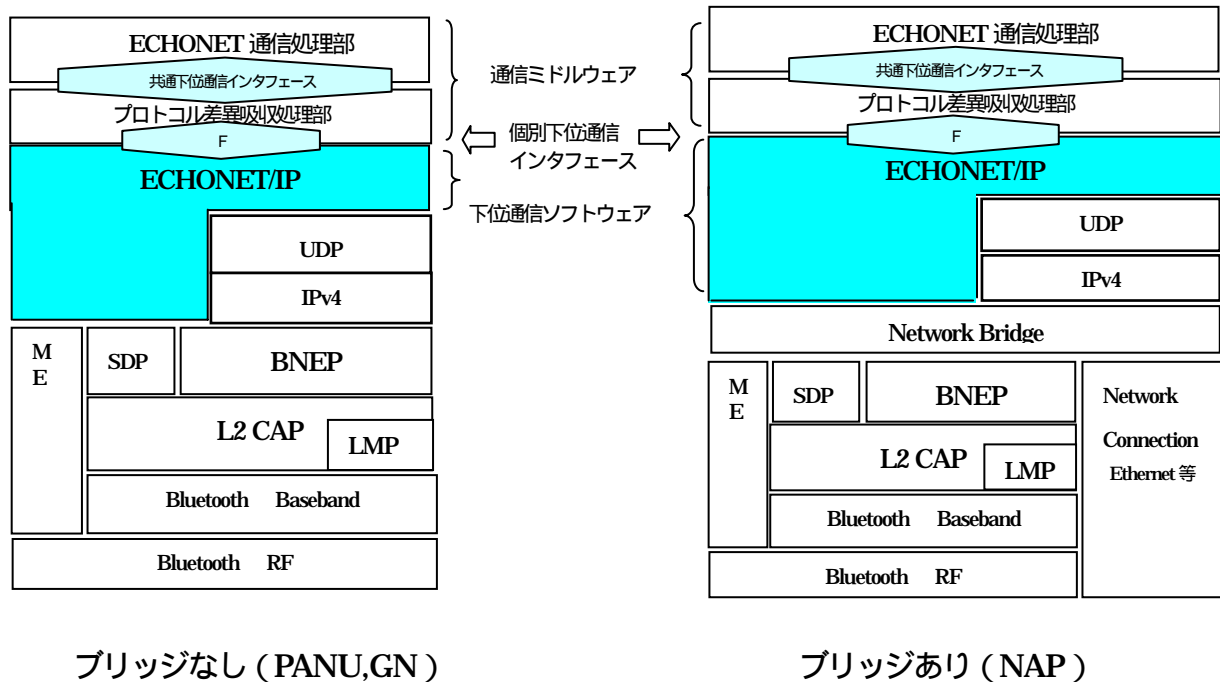
- 1) Bluetooth®認証は搭載機器如何にかかわらず通常ルーチンで取得可能な規格とし、その認証方法は Bluetooth SIG(Special Interest Group)の策定仕様に従う。
- 2) 規格化にあたり、本方式で使用するプロファイルは Bluetooth®の Profile Specification での定義範囲を前提とする。今後 Bluetooth®でのプロファイルの定義範囲の拡張に伴い、本書も必要に応じて順次バージョンアップするものとする。また Bluetooth®の Core Specification で定義されるプロファイル以外の拡張に関しても同様である。
例) スキャタネット, 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2.1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, IPv4, 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/IPv4 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/IPv4 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。また本章では Internet Protocol Version 4(以下「IPv4」)のみ規定する。



本章での規格化範囲

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

図2.1 レイヤ構成

2.1.1 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」という: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」という:Bluetooth PAN プロファイルにて定義) またはGroup-Ad-hoc Network (以下「GN」という: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2.2,図2.3に示す。また ECHONET ルータを

用いずスキャットネットで接続された図2.4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2.5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。

IPv4 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 IPv4 サブネット内で、Bluetooth®および今後 ECHONET で定義されるであろう IPv4 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2.6に示す。

- 2) IP ルータで接続された複数の IPv4 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 IPv4 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 IPv4 サブネット構成される IPv4 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2.7に示す。

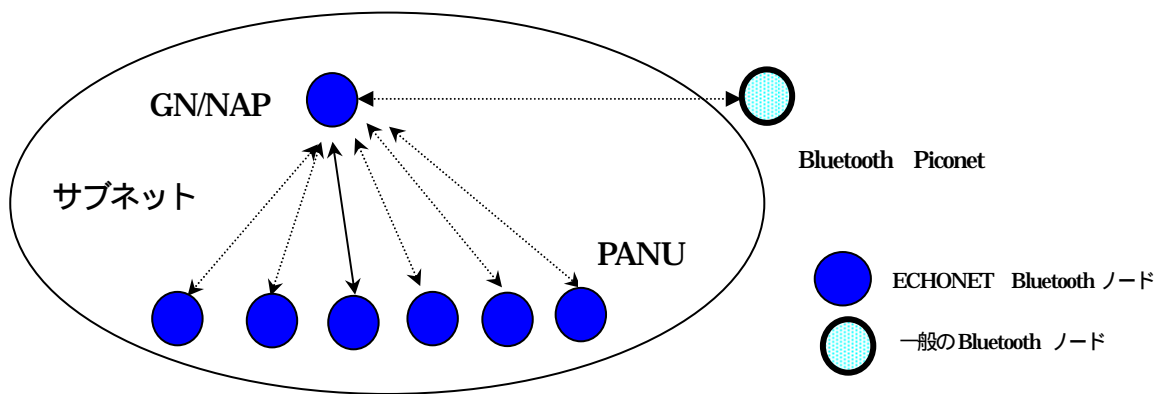


図2.2 サブネットの基本形

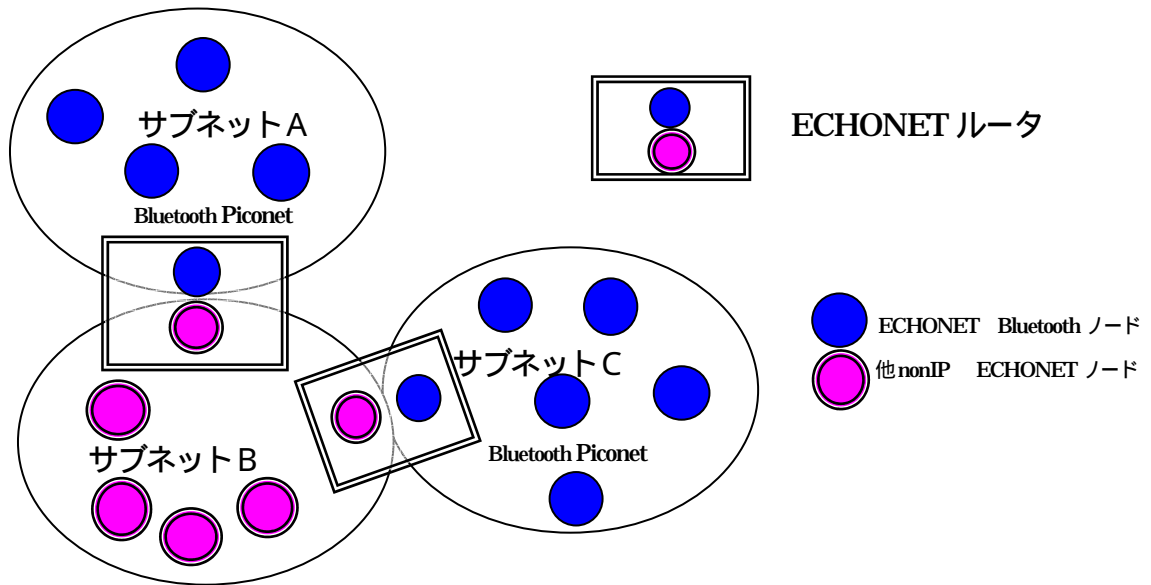


図2.3 ECHONET ルータで接続されたサブネット例

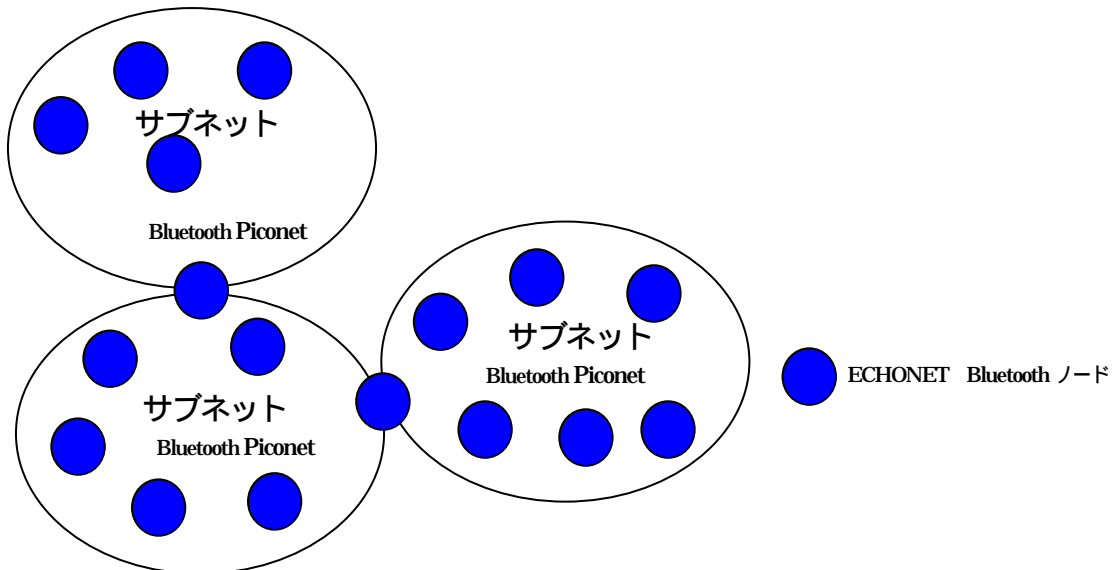


図2.4 禁止されるサブネット接続例 (スキヤッタネット)

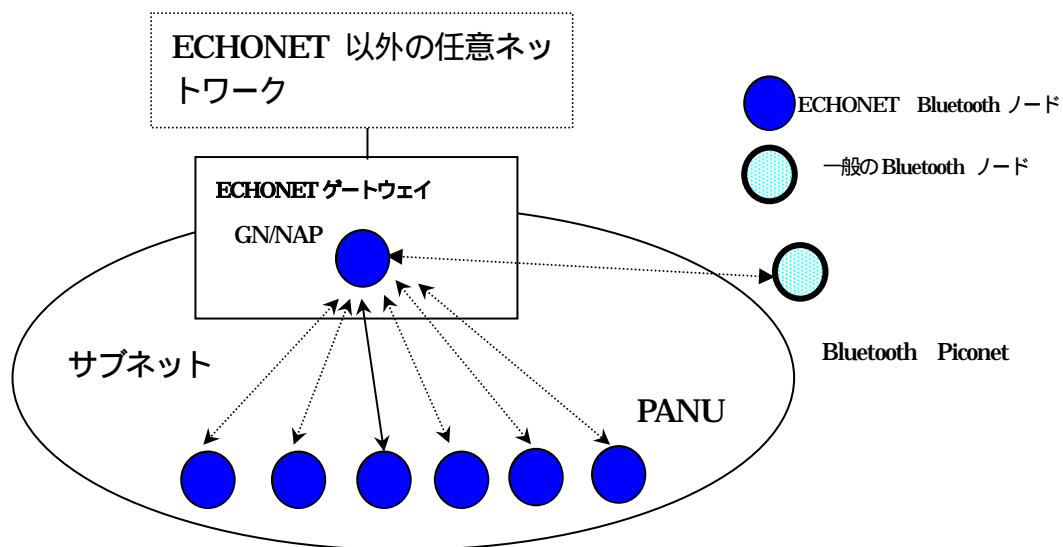


図2.5 ECHONET ゲートウェイでの接続例

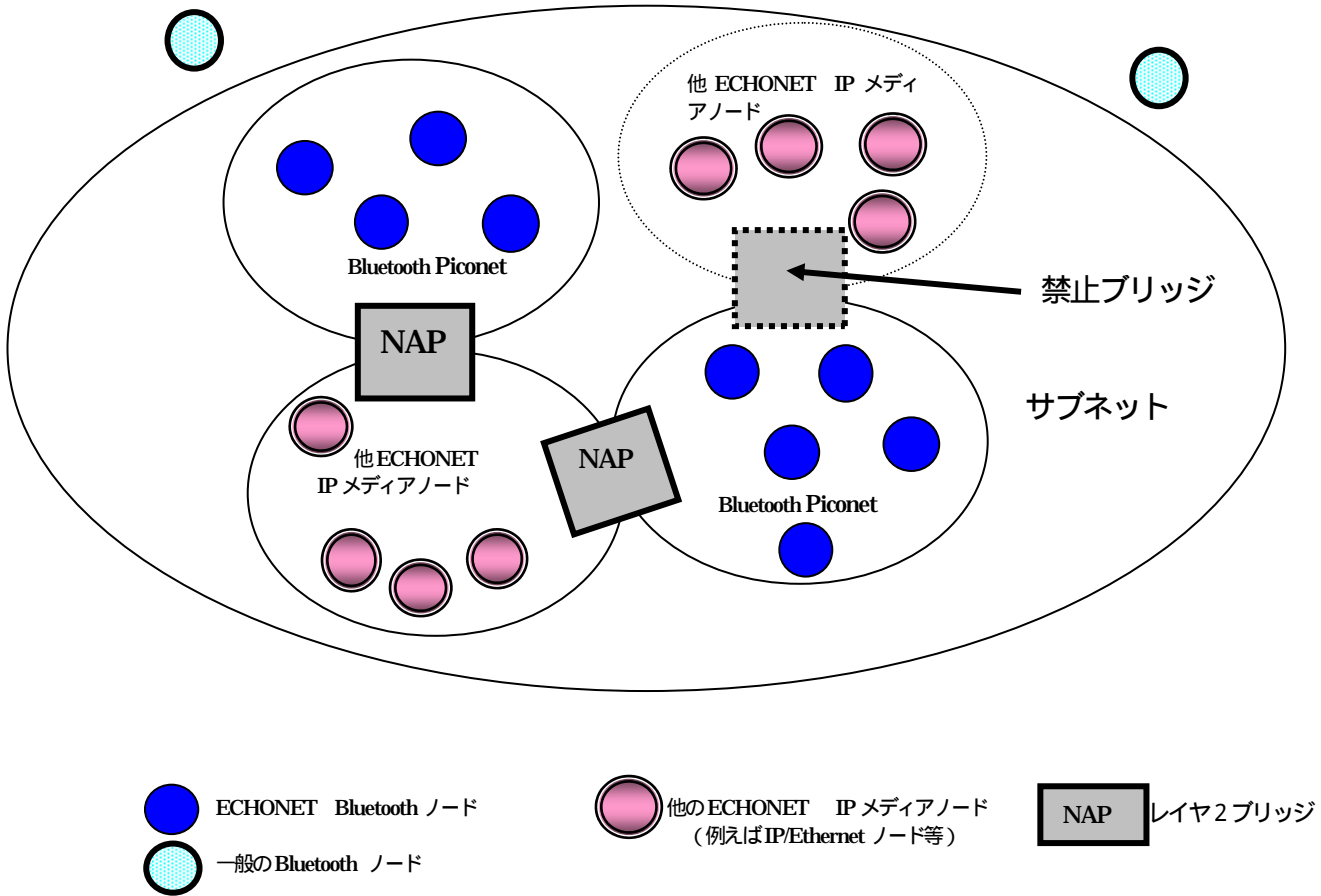


図2.6 レイヤ2ブリッジからなるサブネット例

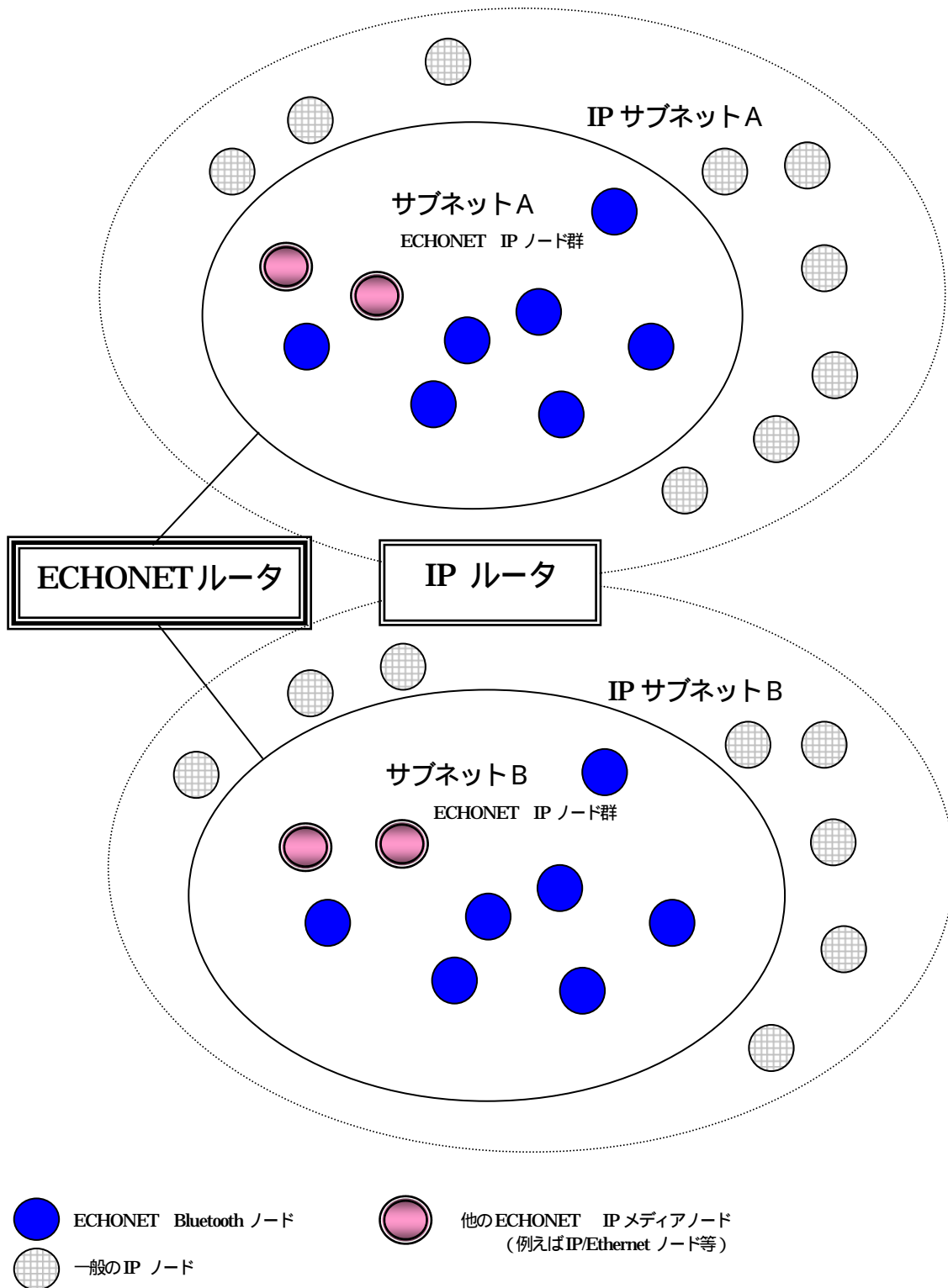


図2.7 IPv4サブネットとサブネットとの関連

(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)、IPv4 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。

2.1.2 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/IPv4 関連の規格は7.6 節に記載している。

2.1.3 規格化範囲

本規格は図2.1に示した ECHONET/IPv4 レイヤにより,ECHONET 通信ミドルウェアと Bluetooth®及び UDP/IPv4 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/IPv4 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/IPv4 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2.8 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。

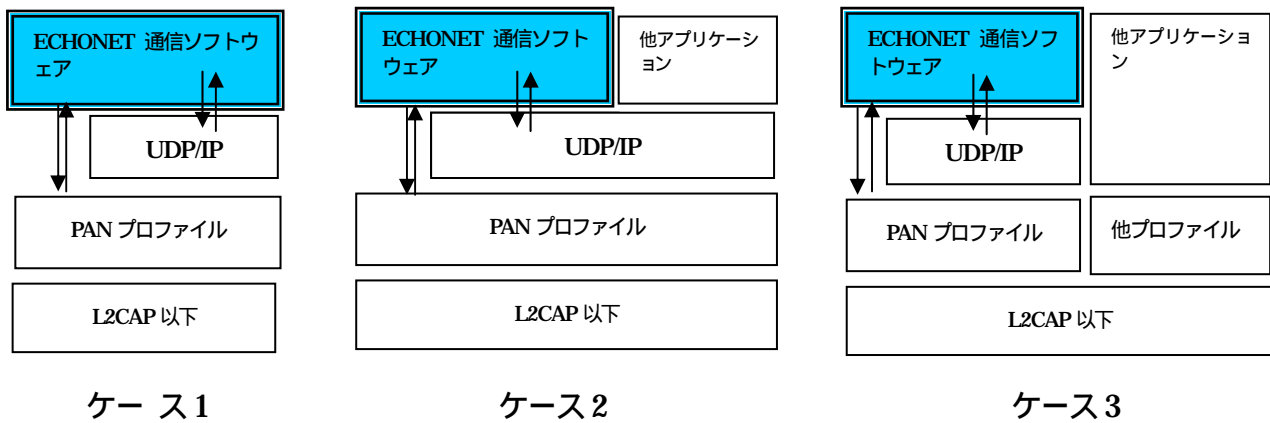


図2.8 ECHONET 通信ソフトウェアの搭載例

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。

2.2 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。

2.3 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。

2.3.1 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 2.1 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 2.9 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 パケット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 パケット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。

2.3.2 周波数

(1) 使用周波数帯域

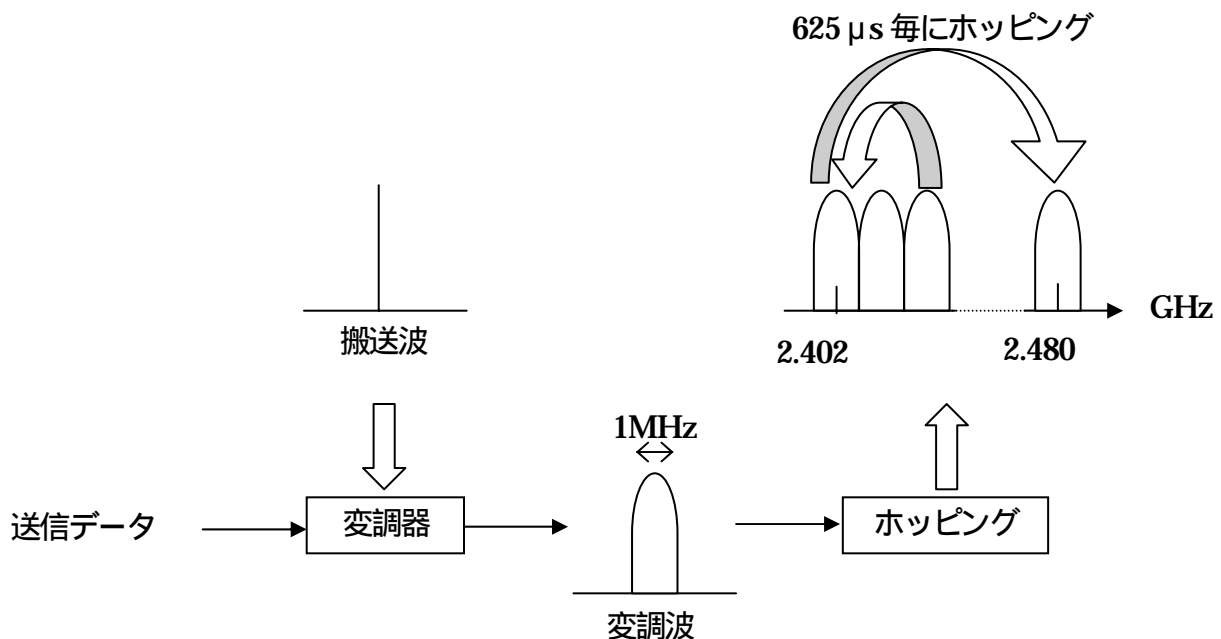
2.4000 ~ 2.4835GHz

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2.9 周波数ホッピング方式スペクトラム拡散の略図

2.4 論理仕様概要

ECHONET が IPv4 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 IPv4 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、IPv4 パケットにカプセル化された上で、IPv4 ネットワーク上を転送される。IPv4 ネットワークとしては、IPv4 と IPv6 とがあるが、本章では、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 IPv4 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 IPv4 アドレス、もしくはプライベート IPv4 アドレスとする。IPv4 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、IPv4 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、IPv4 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。

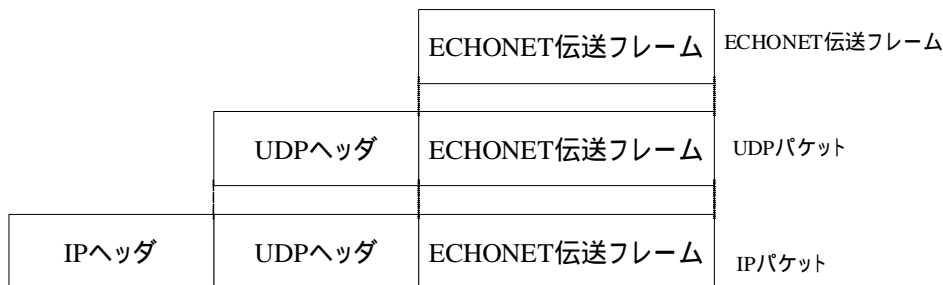


図2.10 ECHONET 伝送フレームのカプセル化

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、IPv4 ヘッダの宛先アドレス (送信元アドレス) には IPv4 アドレスが使用される。

IPv4 サブネット上で動作する ECHONET ノード (以下、IPv4/ECHONET ノード) は、ECHONET 用に割当てられた IPv4 マルチキャストアドレスに全て加入する。ECHONET 用の IPv4 マルチキ

キャストアドレスの値は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IPv4 マルチキャストアドレス宛てのIPv4 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IPv4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。

IPv4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2.11 プロトコルスタック

Bluetooth 上を転送されるIPv4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。

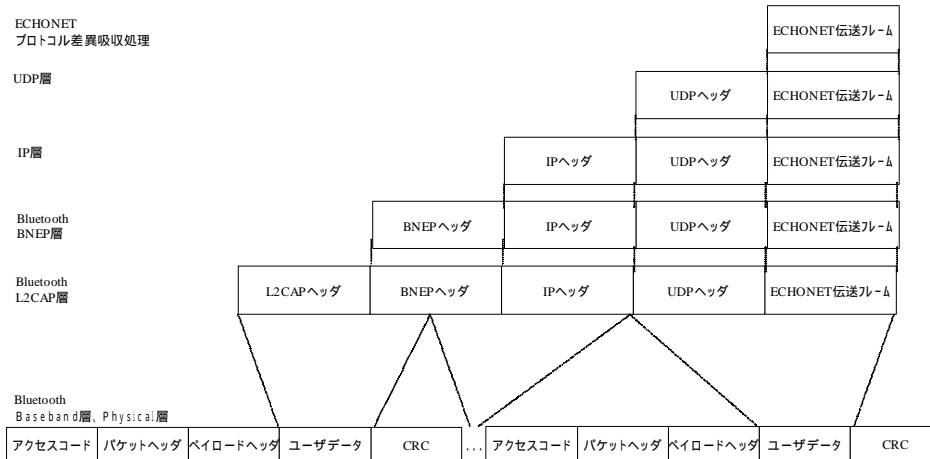


図2.12 パケット構成

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、IPv4/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)

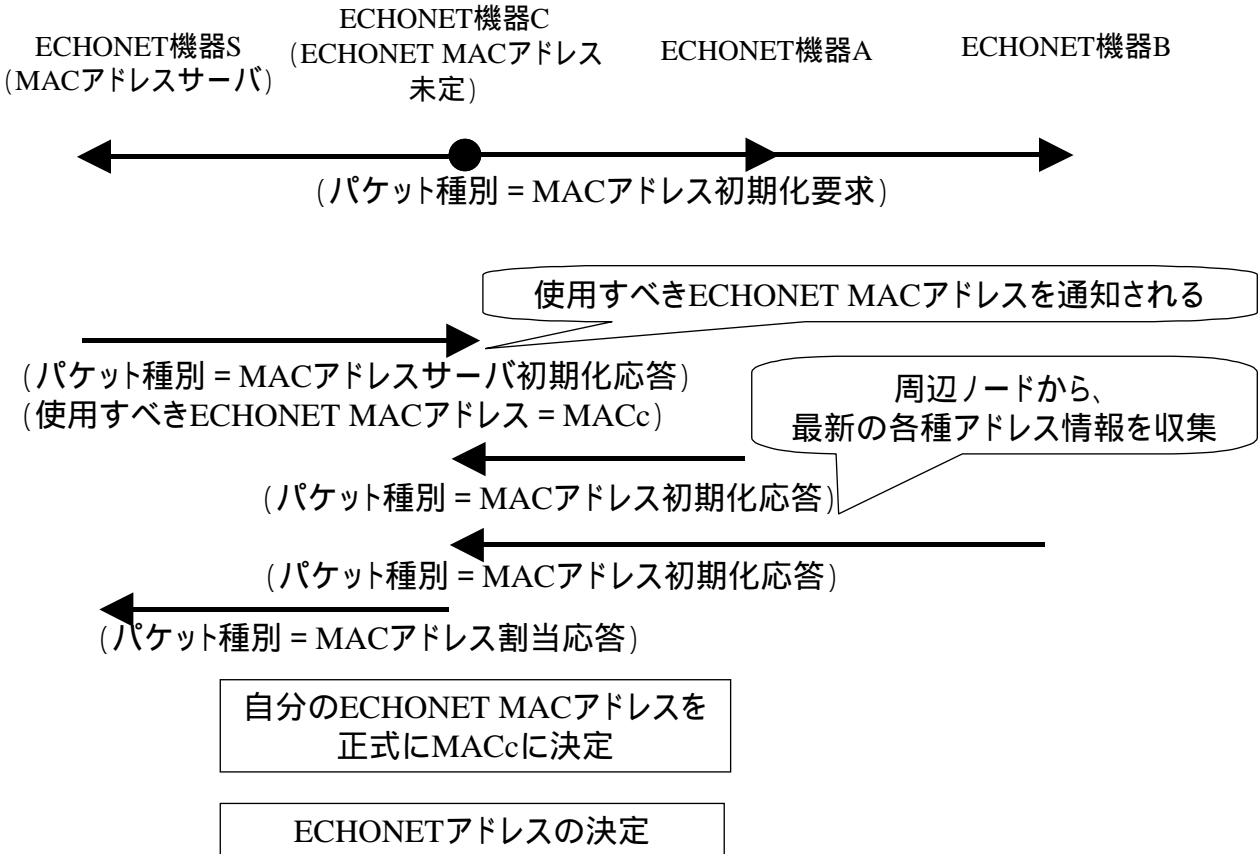


図2 . 1 3 ECHONET MAC アドレス初期化シーケンスの例 (アドレスサーバ方式の場合)

次に分散方式と呼ぶ、MAC アドレスサーバを用いず、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。

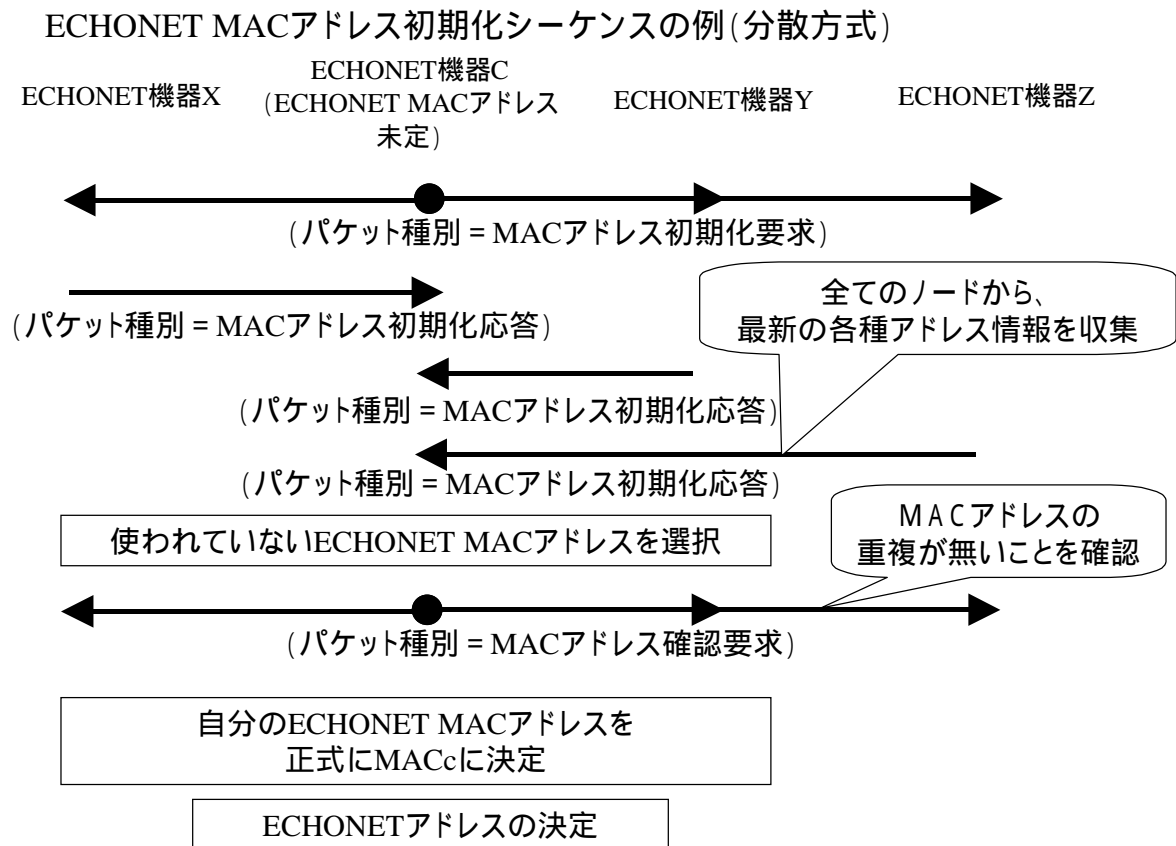


図2 . 14 ECHONET MAC アドレス初期化シーケンスの例(分散方式の場合)

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、IPv4 アドレスがわからない、という場合には、「MAC アドレスから IPv4 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 IPv4 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。

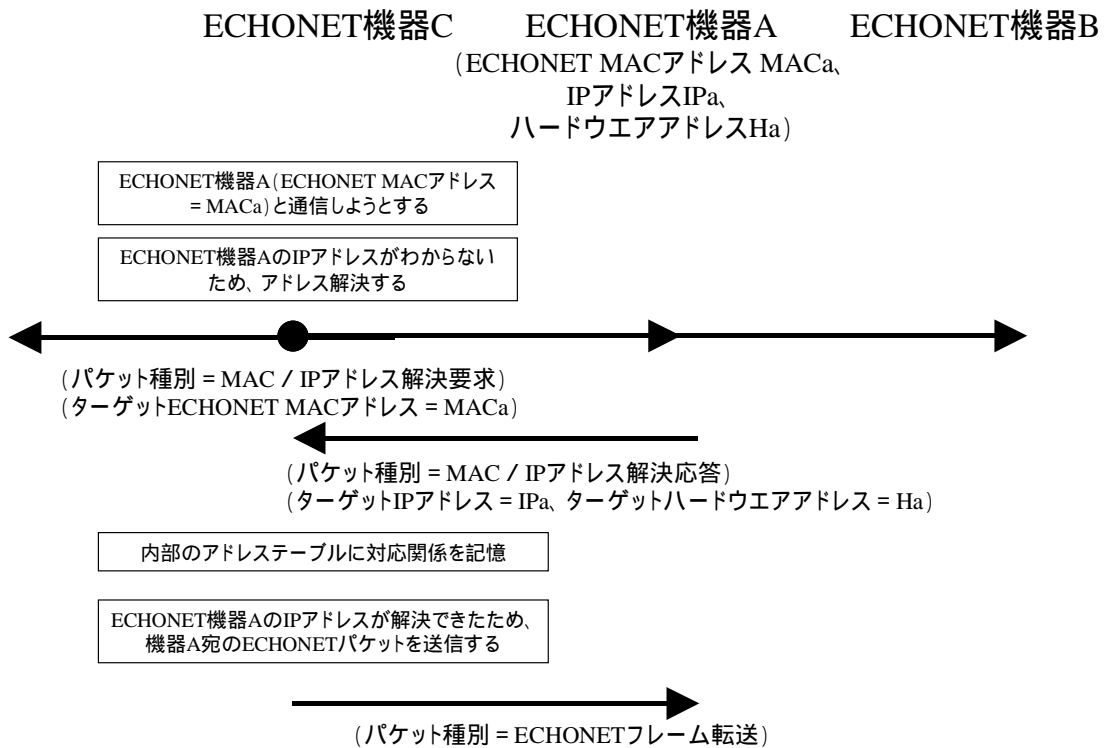


図2.15 MAC/IP アドレス解決

2.5 論理仕様 (Bluetooth®レイヤ以下)

2.5.1 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。IPv4/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2.16 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2.2 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。

2.5.2 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、PiconetMaster (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。

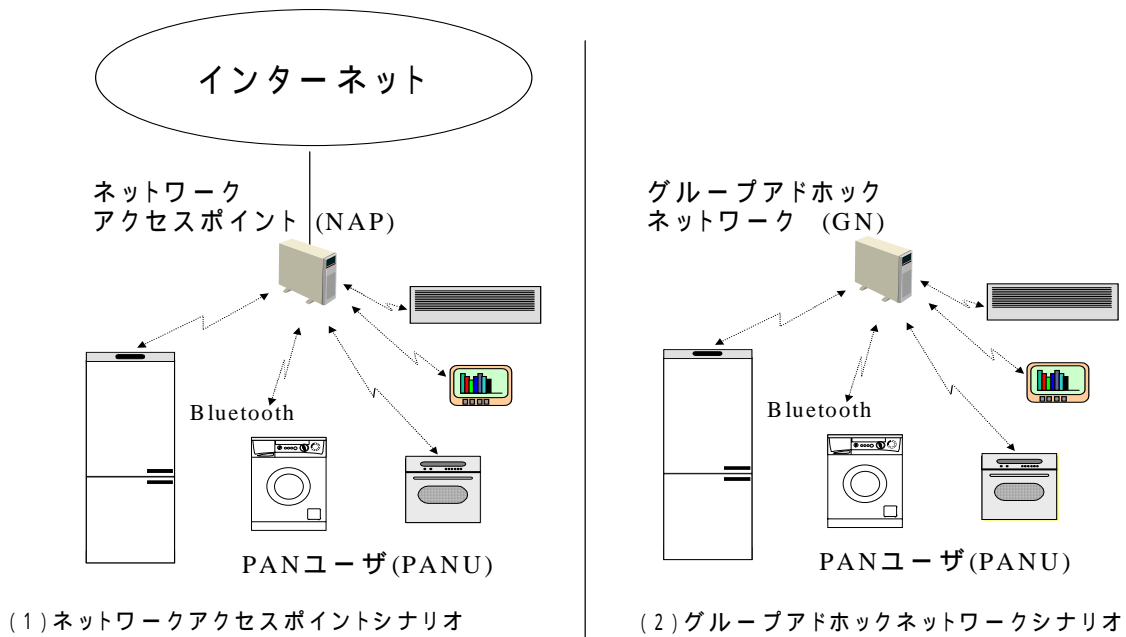


図2.17 ネットワークアクセスポイントシナリオとグループアドホックネットワークシナリオ

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。

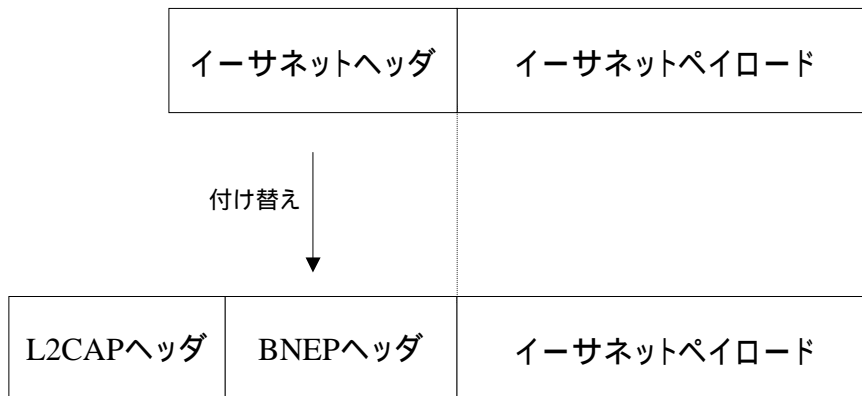


図2.18 BNEPの packets 構成

BNEP ヘッダの基本フォーマットを図2.19(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2.19(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2.19 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2.20参照)を使って実現される。

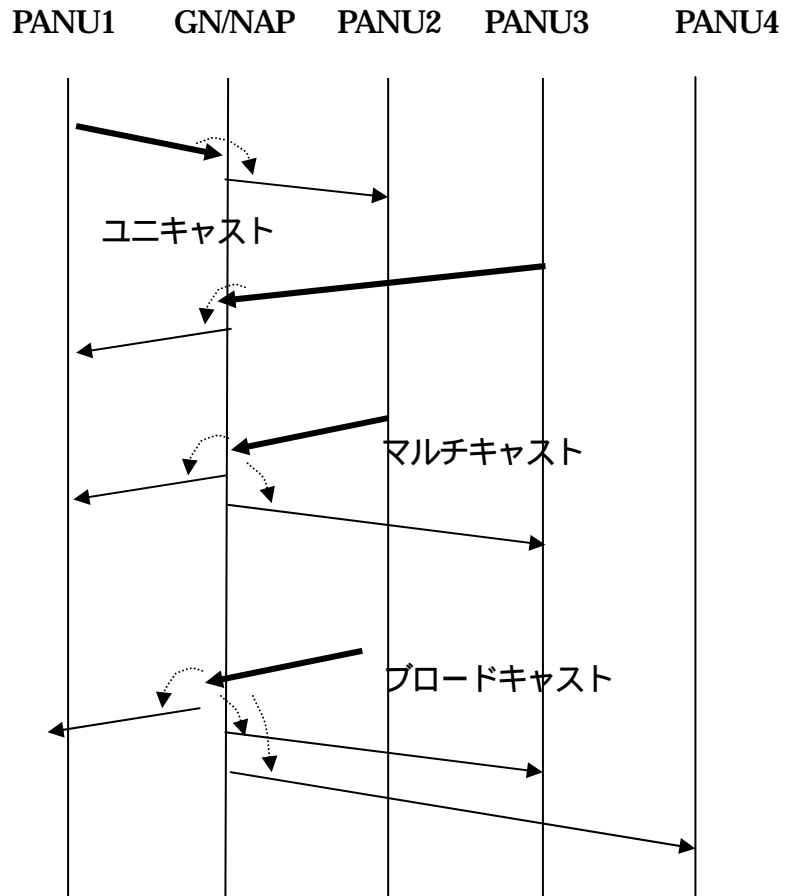


図2.20 Bluetooth®のユニキャストとマルチキャスト/ブロードキャスト

2.6 論理仕様 (IPv4 レイヤ)

本レイヤでは、UDP/IPv4 を使用する。

(1) IPv4

(A) 使用プロトコル及び関連 RFC

ECHONET/IPv4 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 IPv4 アドレス

本レイヤをサポートするノードは、それぞれ IPv4 アドレスを持つ。各ノードが使用する IPv4 アドレスの範囲は特に規定しない。プライベート IPv4 アドレス、グローバル IPv4 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 IPv4 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 IPv4 アドレス取得方法

DHCP 以外の IPv4 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/IPv4 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 IPv4 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 IPv4 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/IPv4 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。

2.7 論理仕様 (IPv4 / Bluetooth®インタフェースレイヤ)

2.7.1 UDP インタフェース

UDP/IPv4 アプリケーションから UDP/IPv4 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/IPv4 インタフェース仕様書を参照されたい。

2.7.2 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 2.2.1 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 2.2.1 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。

なお、パケットタイプ番号 1 2 8 ~ 2 5 5 番は、ECHONET Lite 規格との共存のため使用禁止とする。

表2.3 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
20~31	For Future Reserved	
32	初期化情報要求	UDP/IP パケットによる通知の場合必須(「4.9.4 下位通信ソフトウェア初期化

		情報通知規定」を参照のこと)
33	初期化情報応答	UDP/IP パケットによる通知の場合必須(「4.9.4 下位通信ソフトウェア初期化情報通知規定」を参照のこと)
34~127	For Future Reserved	
128~255	使用禁止	

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 IPv4 マルチキャストアドレス(Ipme とも表現する)宛での IPv4 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。

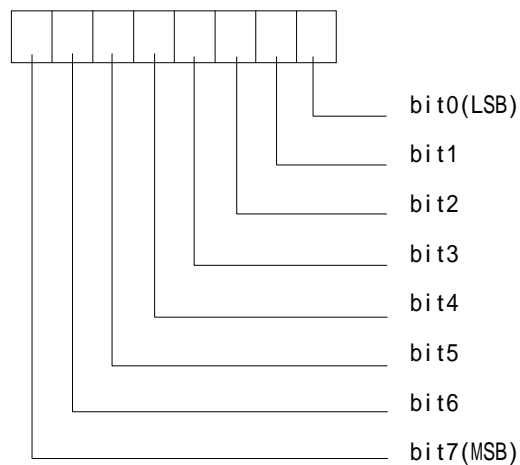


図2.22 Flagフィールドのビット表記

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2.23 Bluetooth アドレスの表現

また IPv4 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2.4 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2.5 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IPv4 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2.6 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 IPv4 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

(3) IP/MAC 逆アドレス解決要求/応答

- (ア) ある IP v4 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2.7 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 v4 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 v4 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2.8 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 v4 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 IPv4 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2.9 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 IPv4 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 IPv4 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2.10 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 v4 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 v4 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2.11 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 IPv4 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2.12 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	マスターノード (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 IPv4 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

ドはこの ECHONET MAC アドレスの値を使用すること。

- (エ) MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを受信した ECHONET ノードは、MAC アドレスサーバに対して MAC アドレス割当応答パケットを送信する。

以下に、MAC アドレスサーバ初期化応答パケットのフォーマットを示す。

表2.13 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	マスタータであるノードは、bit7 に1を立てる。その他のノードは0を立てる。bit6~0 は reserved で0の値を入れる
Padding	1	パディング
RMAC	1	要求側ノードが使用すべき MAC アドレス
SMAC	1	アドレスサーバノードの ECHONET MAC アドレス
SIPAddr	4	アドレスサーバノードの IP v4 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2.14 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 v4 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2.15 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 v4 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	HLen	要求側ノードのハードウェアアドレス

以下に MAC アドレス確認応答パケットを示す。

表2.16 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 v4 アドレス
THType	1	応答側ノードのハードウェアタイプ
THLen	1	応答側ノードのハードウェアアドレス長
THAddr	THLen	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通知するためのパケットである MAC アドレス全ノード応答パケットの送信を乞うパケットである。ECHONET サブネット内にマルチキャストされる。
- (イ) MAC アドレス全ノード要求パケットを受信した各 ECHONET ノードは、要求側ノードに対して、各種のアドレスを含んだ MAC アドレス全ノード応答パケットを送信する。

以下に MAC アドレス全ノード要求パケットのフォーマットを示す。

表2.17 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 IPv4 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2.18 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 IPv4 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2.19 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2.20 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 IPv4 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2.21 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 IPv4 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2.4参照) の DMAC (宛先 ECHONET MAC アドレス) の値が、自分のノードの ECHONET MAC アドレスの値と異なる場合に、これを、前記 ECHONET フレーム転送パケットを送信したノードに対して通知するため

の packets である。

- (イ) このネットワーク管理メッセージ (宛先不明) を送信するノードを送信側ノード、受信するノードを受信側ノードと呼ぶ。
- (ウ) このメッセージを受信したノード (受信側ノード) は、アドレス解決 (MAC/IP アドレス解決) をやり直すこと。

表2.2.2 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 IPv4 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

(1.1) 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2.2.3 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 IPv4 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

2.7.3 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 2.7.4, 及び 2.7.5 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 2.24 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 2 . 5 に, IP アドレス解決応答パケットのフォーマットは表 2 . 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。

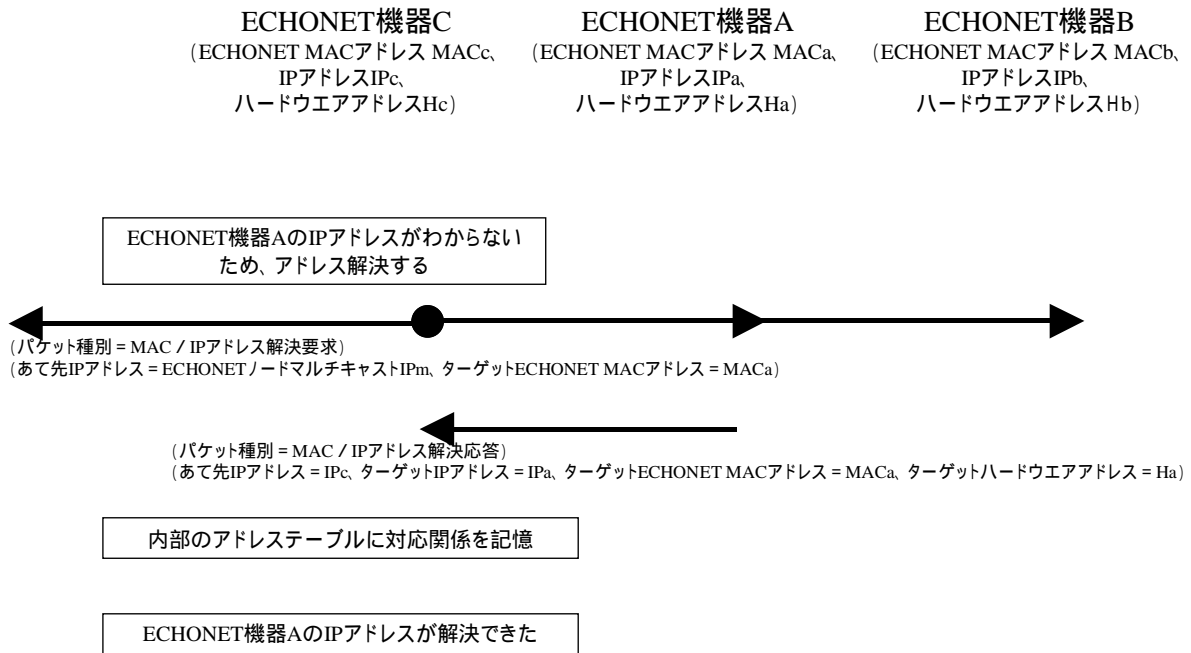


図2.24 MAC/IP アドレス解決の基本シーケンス

(2) IP/MAC 逆アドレス解決要求/応答 (IPv4 アドレスから ECHONET MAC アドレスに解決)

- (ア) IPv4 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 IPv4 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2.7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2.8に記してある。

以下に、そのシーケンス図を示す。

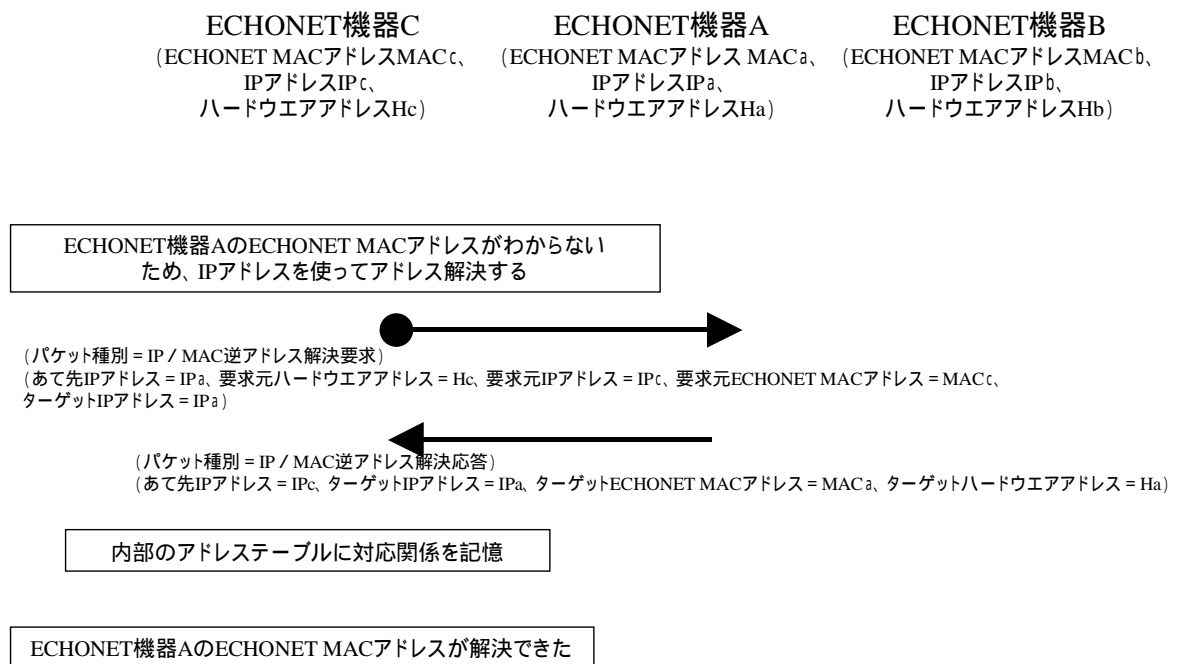


図2.25 IP/MAC 逆アドレス解決の基本シーケンス

(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2.9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2.10に、それぞれ記してある。以下に、そのシーケンス図を示す。

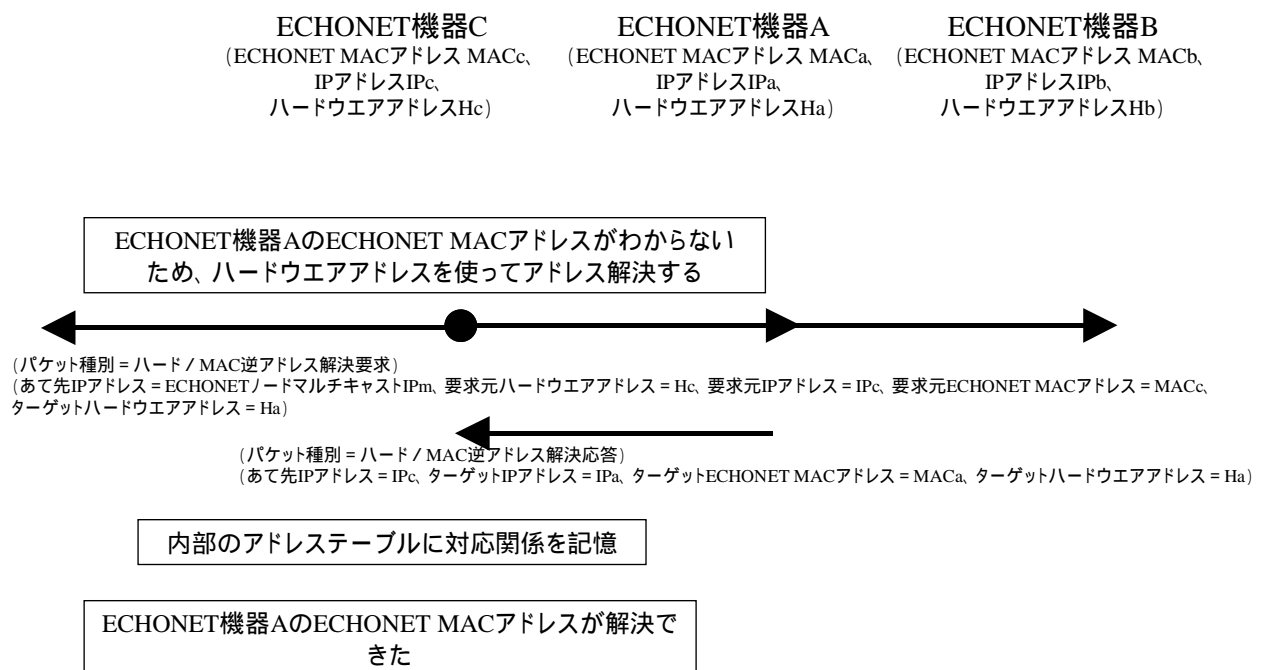


図2.26 ハード/MAC逆アドレス解決の基本シーケンス

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用に割り当てられた、専用のIPマルチキャストアドレス(224.0.23.0)宛での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）。

（3）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 2 . 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 2 . 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。

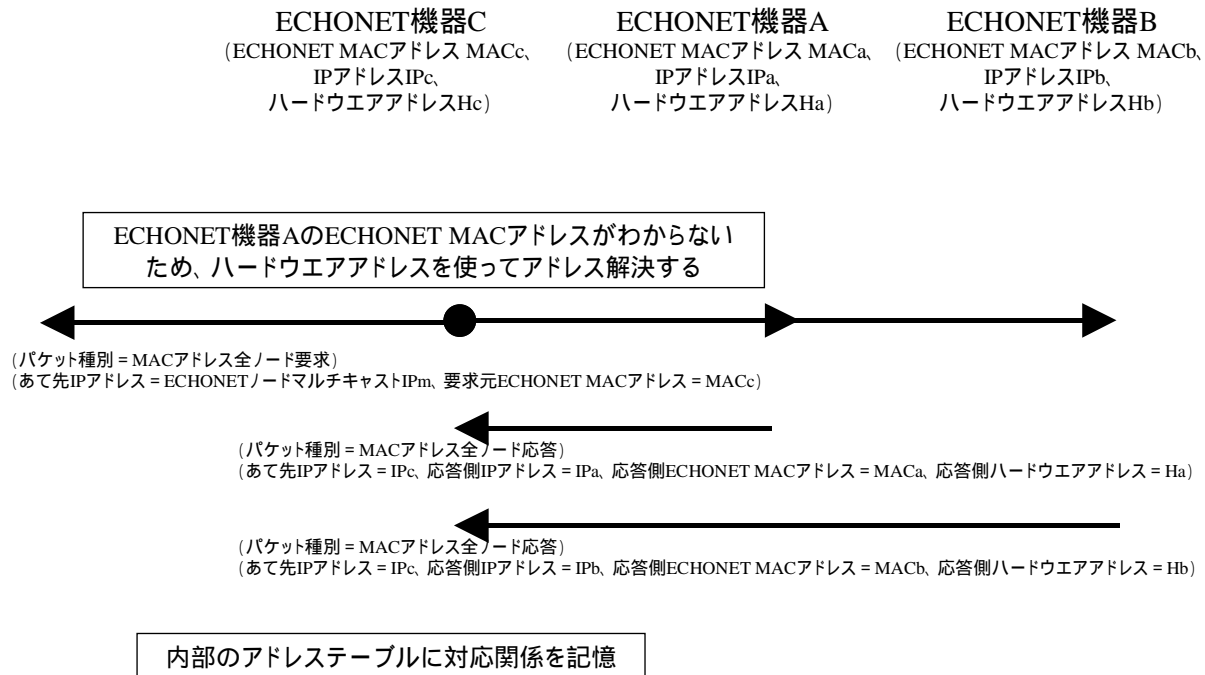


図2.27 MAC アドレス全ノード要求/応答の基本シーケンス

(4) 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2.4参照)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2.21に記してある。以下に、そのシーケンス図を示す。

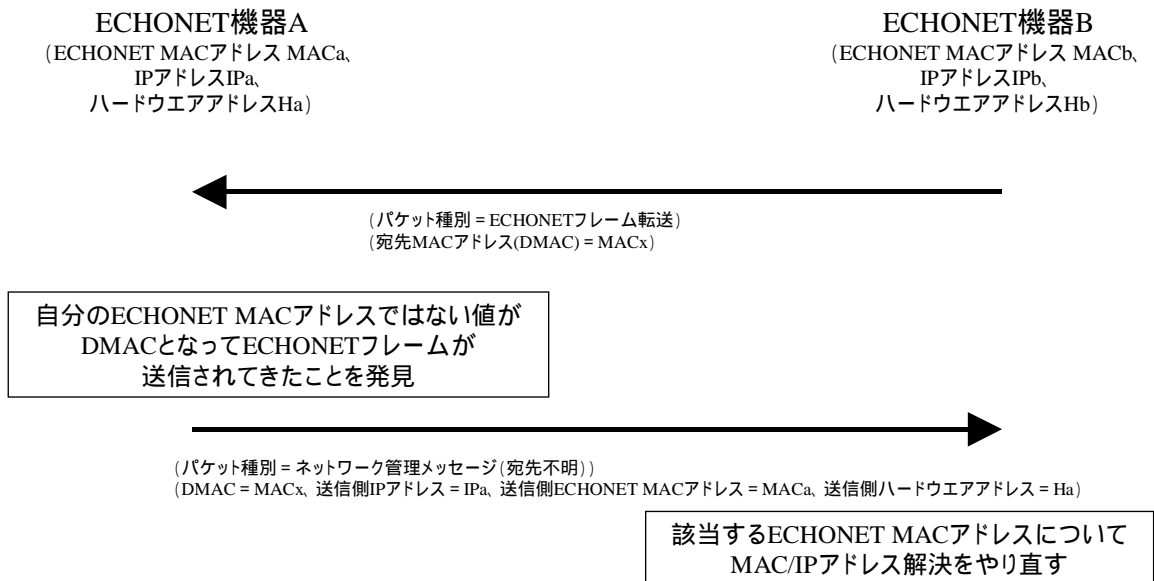


図2.28 宛先不明処理の基本シーケンス

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。

（5）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2.4 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。

(6) 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 2.22 に記してある。以下に、そのシーケンス図を示す。

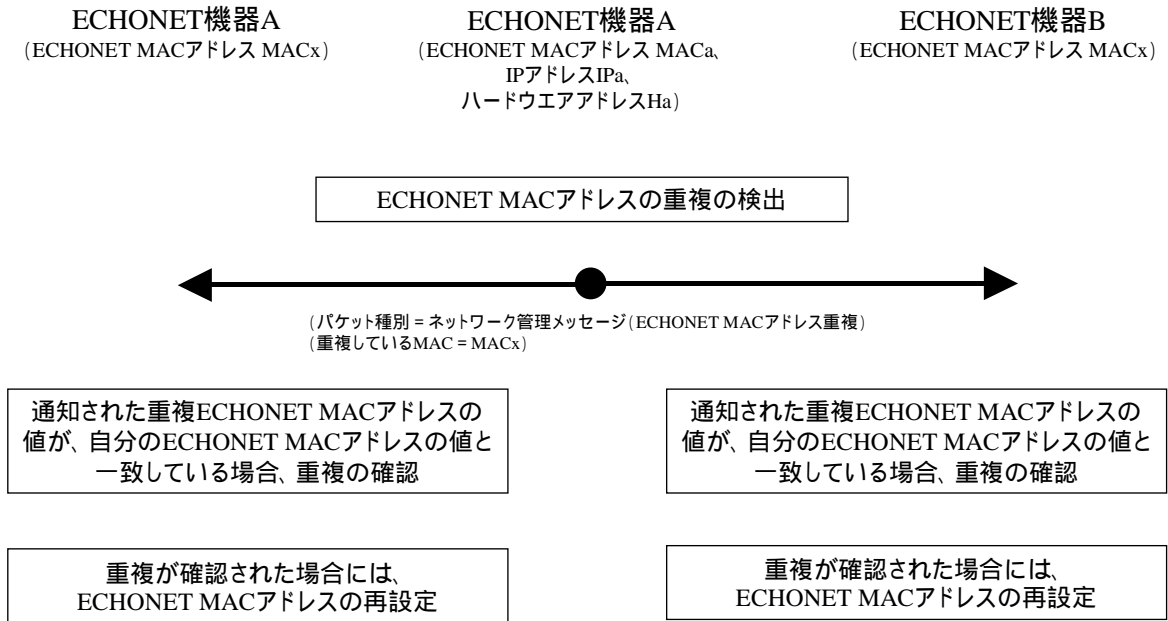


図2.29 ECHONET MAC アドレス重複検出時の基本シーケンス

2.7.4 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)
- ・IPv4 アドレスを取得 / 決定するまでの処理 (IPv4 レイヤ)
- ・IPv4 ネットワークで ECHONET MAC アドレスを取得するまでの処理 (ECHONET / IPv4 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。

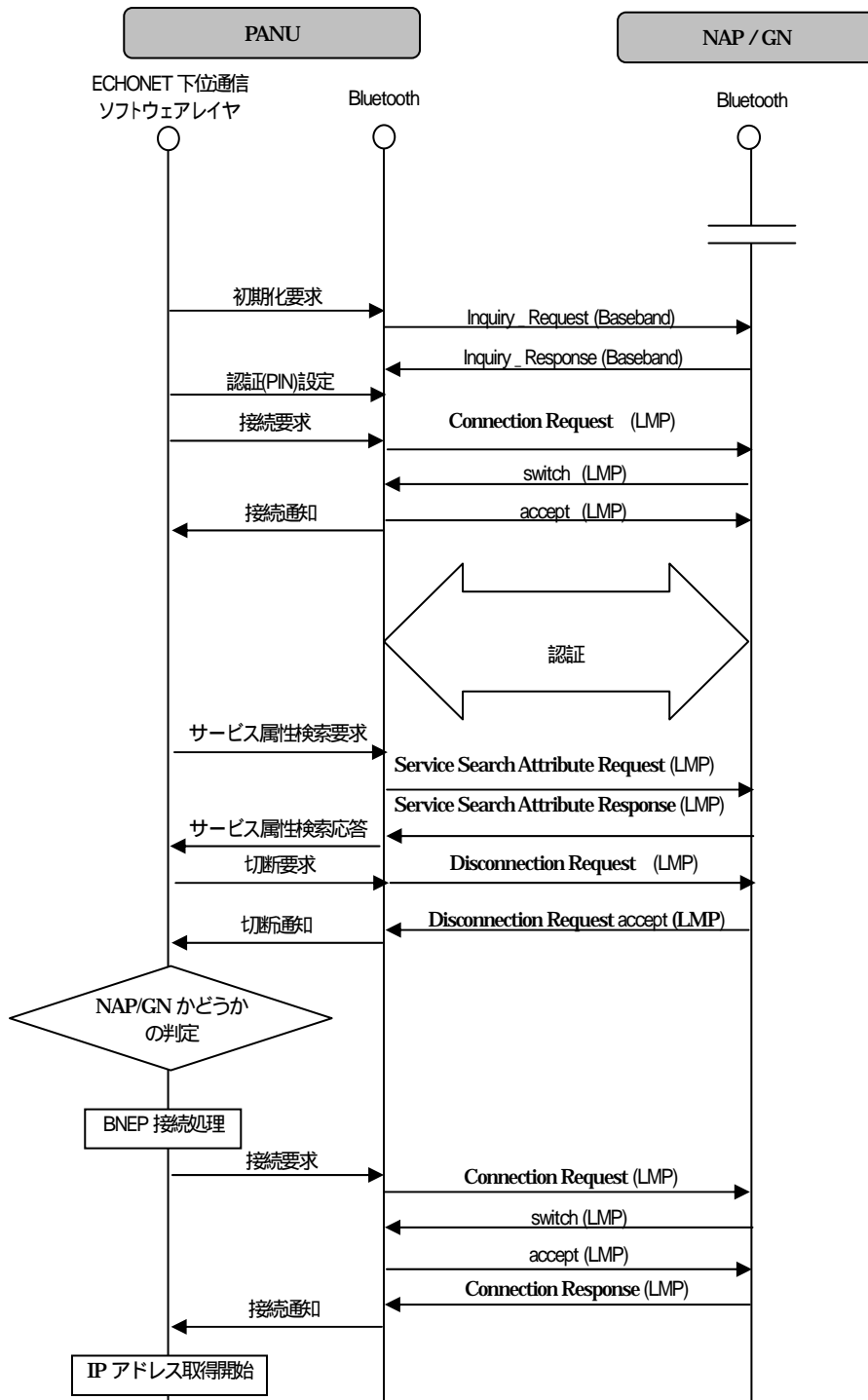


図 2 . 3 0 基本シーケンス

(B) IPv4 アドレスを取得/決定するまでの処理 (IPv4 レイヤ)

IPv4において、IPv4アドレスを取得/決定するまでの処理は、DHCPでIPv4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) IPv4 アドレスを取得してからの処理

() 概要

ECHONET / IPv4 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2.25 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。ここでの記述は概略にとどめる。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、送信元に MAC アドレスサーバ初期化応答パケットを送信する。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、送信元に MAC アドレス初期化応答パケットを送信する。
- 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信し、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に送信する。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 / IPv4 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 時間だけウェイトする。
- 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。

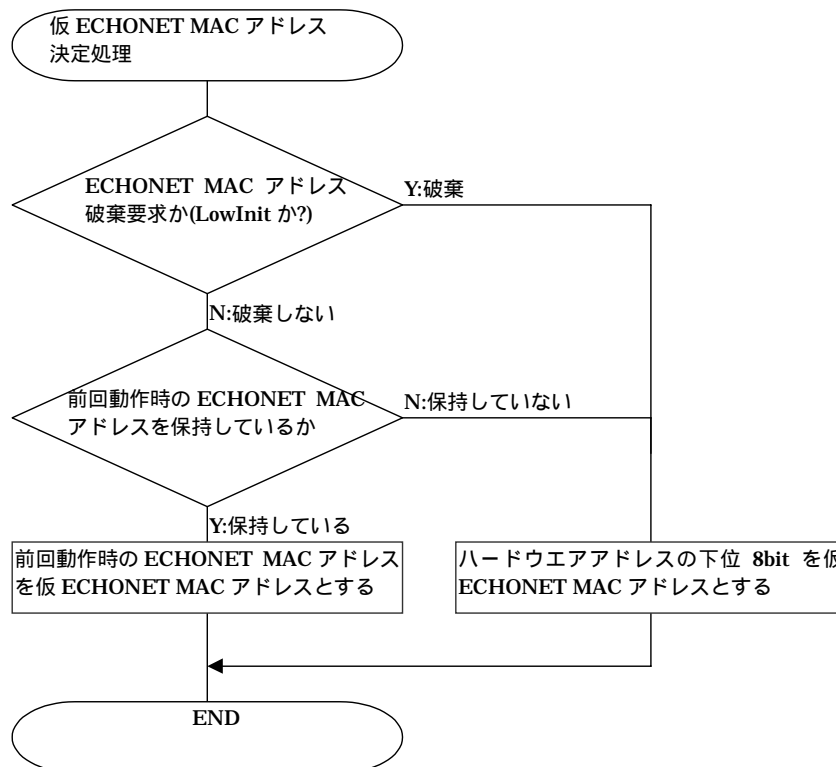


図2.31 仮 ECHONET MAC アドレス決定フローチャート

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 回送信する。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 回目の送信を省略しても良い。

MAC アドレス初期化要求パケットは表 2 . 1 1 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信時刻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、送信元に、MAC アドレス割当応答パケットを送信し、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信する。MAC アドレス割当応答パケットは表 2 . 1 4 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

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,7 .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,サブネットで使用中の ECHONET MAC アドレスを調べる。これは,MAC アドレス初期化応答パケットの ECHONET MAC アドレス(TM_{MAC})または使用中 MAC アドレスフラグ(Used_{MAC})の該当 ECHONET MAC アドレスが1 であるものを指す。実装においては,受信した Used_{MAC} の論理和を求めても良い(下図)。

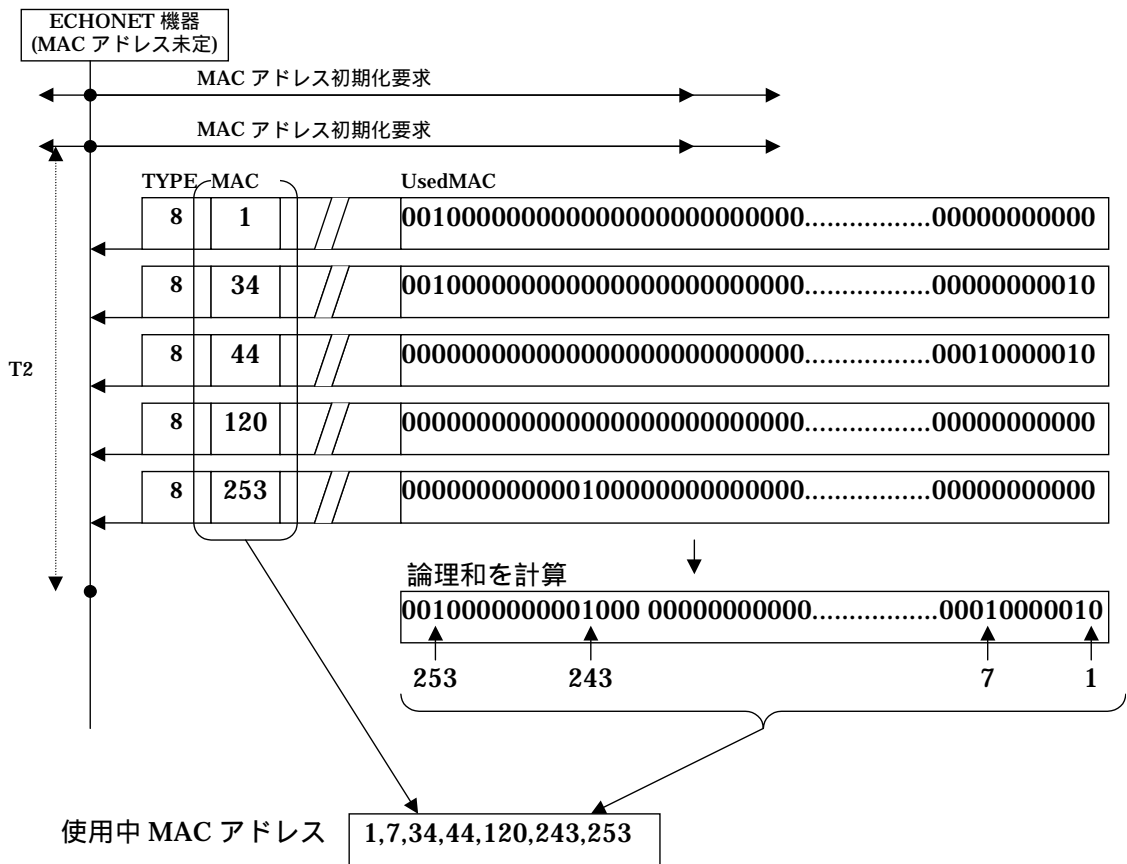
仮 ECHONET MAC アドレスが以下のいずれかの条件を満足している場合,本シーケンスの8 .に進む。いずれも満足しない場合,本シーケンスの9 .に進む。

(a)サブネットで使用されている ECHONET MAC アドレス(すなわち,受信した MAC アドレス初期化応答パケットに含まれる ECHONET MAC アドレス(TM_{MAC}),使用中 MAC アドレスフラグ(Used_{MAC})の該当 ECHONET MAC アドレスビットが1 の ECHONET MAC アドレス)のいずれかに一致する。

(b)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(R_{MAC})に一致する。

(c)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(R_{MAC})に一致する。

なお,(b)(c)の条件は,同時に起動しているノードが使用を試みている ECHONET MAC アドレスを自己の ECHONET MAC アドレスとして使用しないようにするために必要である。



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、常に再び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。

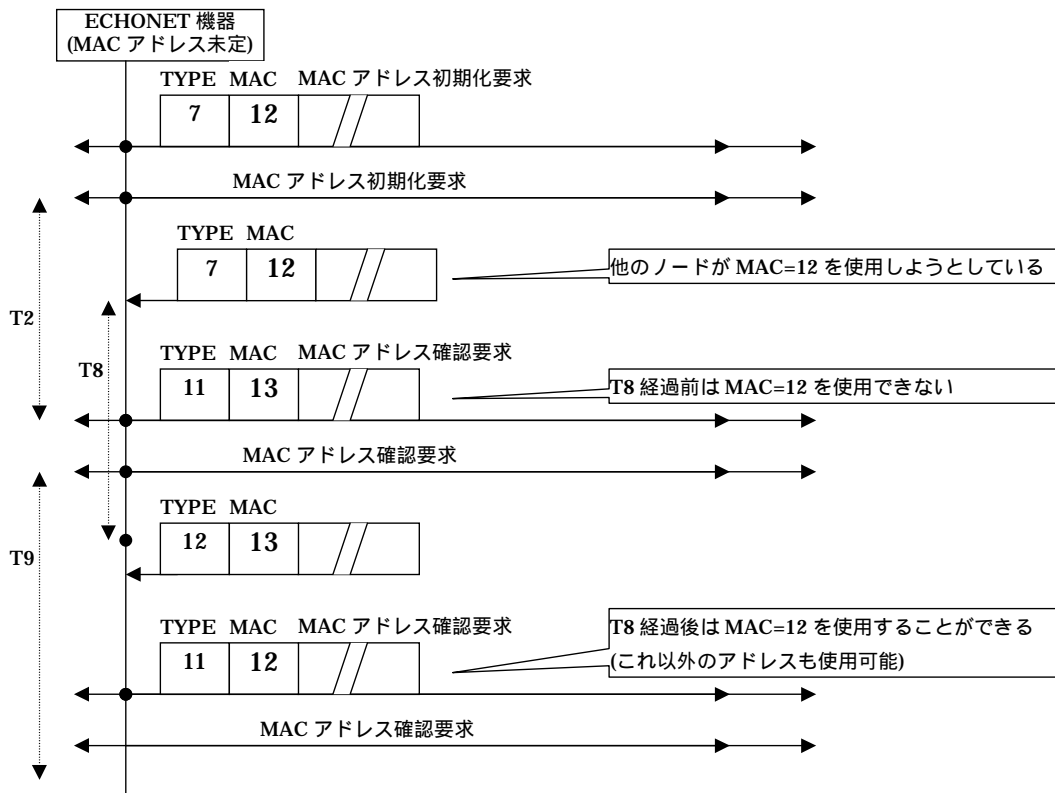


図2.33 時間 T8 の計算方法

9. 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 2.15 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は、8 に戻る。

- (a) MAC アドレス確認応答パケット。
- (b) 反 ECHONET MAC アドレス (RMAC) が 反 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) 反 ECHONET MAC アドレス (RMAC) が 反 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は、反 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 アドレスサーボ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 (TMAC)、ハードウェアアドレス情報 (THAddr)、および IPv4 アドレス (TIPAddr) 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)の情報よりマスターレータ(規格書2部参照)のECHONETMAC 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、ECHONETMAC 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。

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

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2.12を参照。UsedMAC の表現方法の詳細を以下に示す。

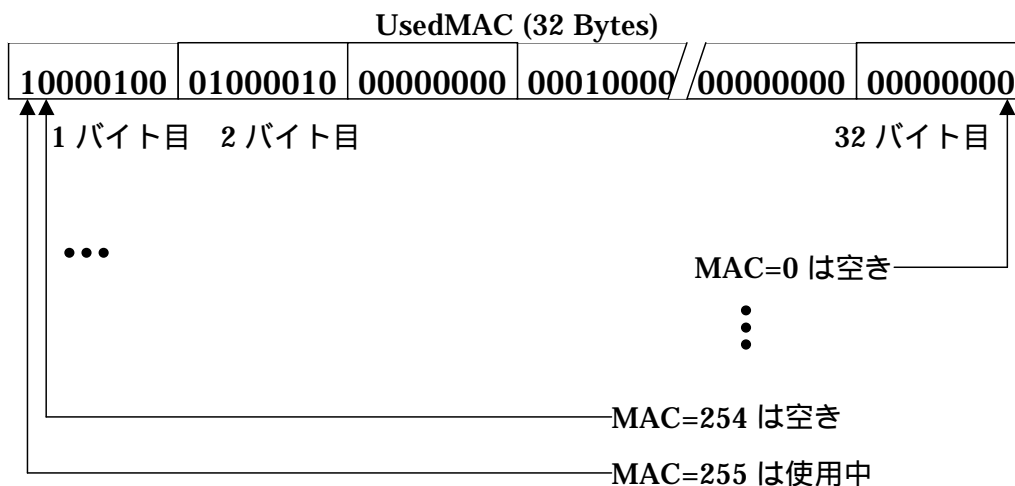


図2.34 UsedMAC の表現方法

UsedMACにおいて、ビットn(ECHONETMAC 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 の使用を拒絶することができる。これにより、特定の ECHONET MAC アドレスの機器と重複して通信する機器において、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。

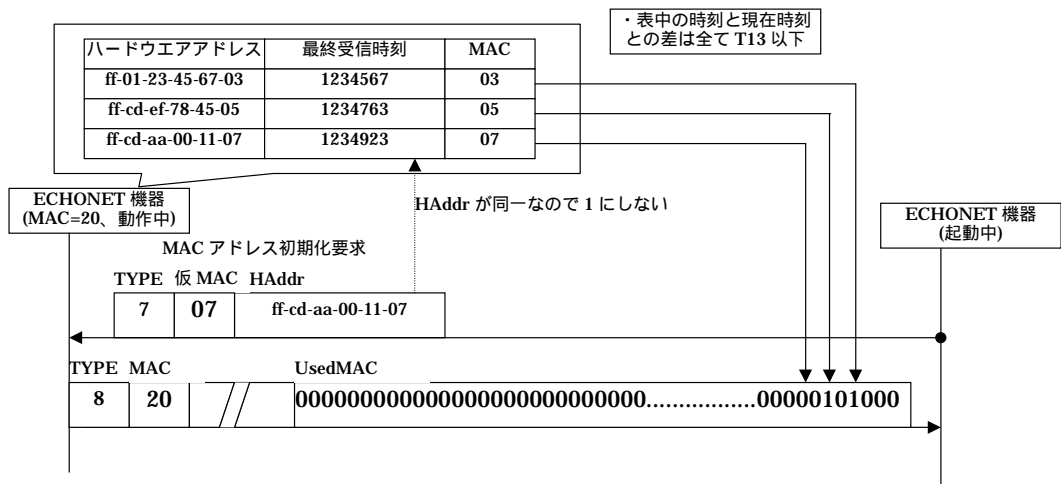


図 2 . 3 5 UsedMAC の処理例

実装者は該当ビット 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 にしてもよい。また特定の bit に対して 0 か 1 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送り返す。

MAC アドレス確認応答パケットは表 2 . 1 6 を参照。UsedMAC に格納すべきデータ項目を参照のこと。

(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)

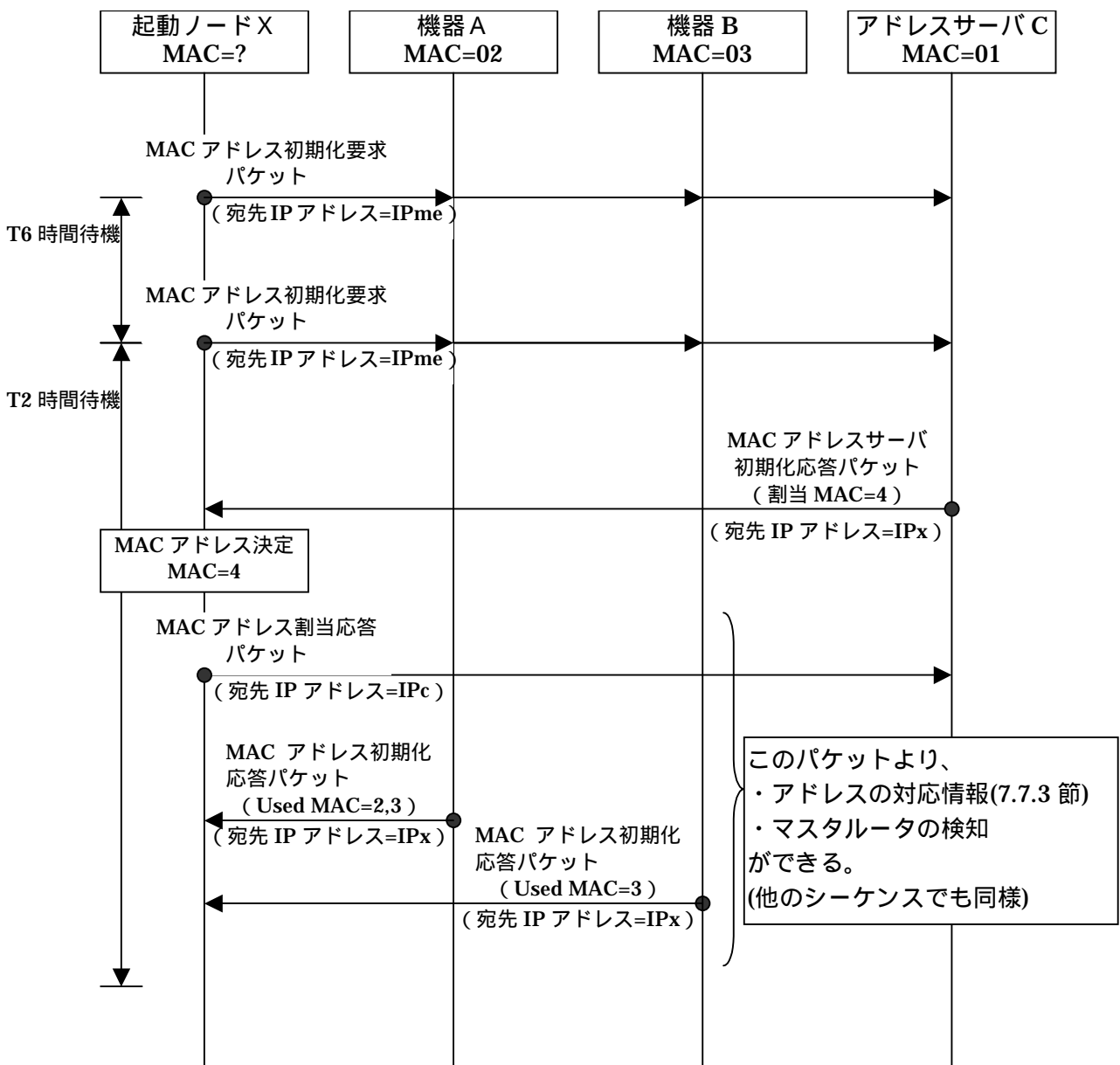


図2.36 起動シーケンス図 (MACアドレス不保持、A MODE、アドレスサーバあり)

(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)

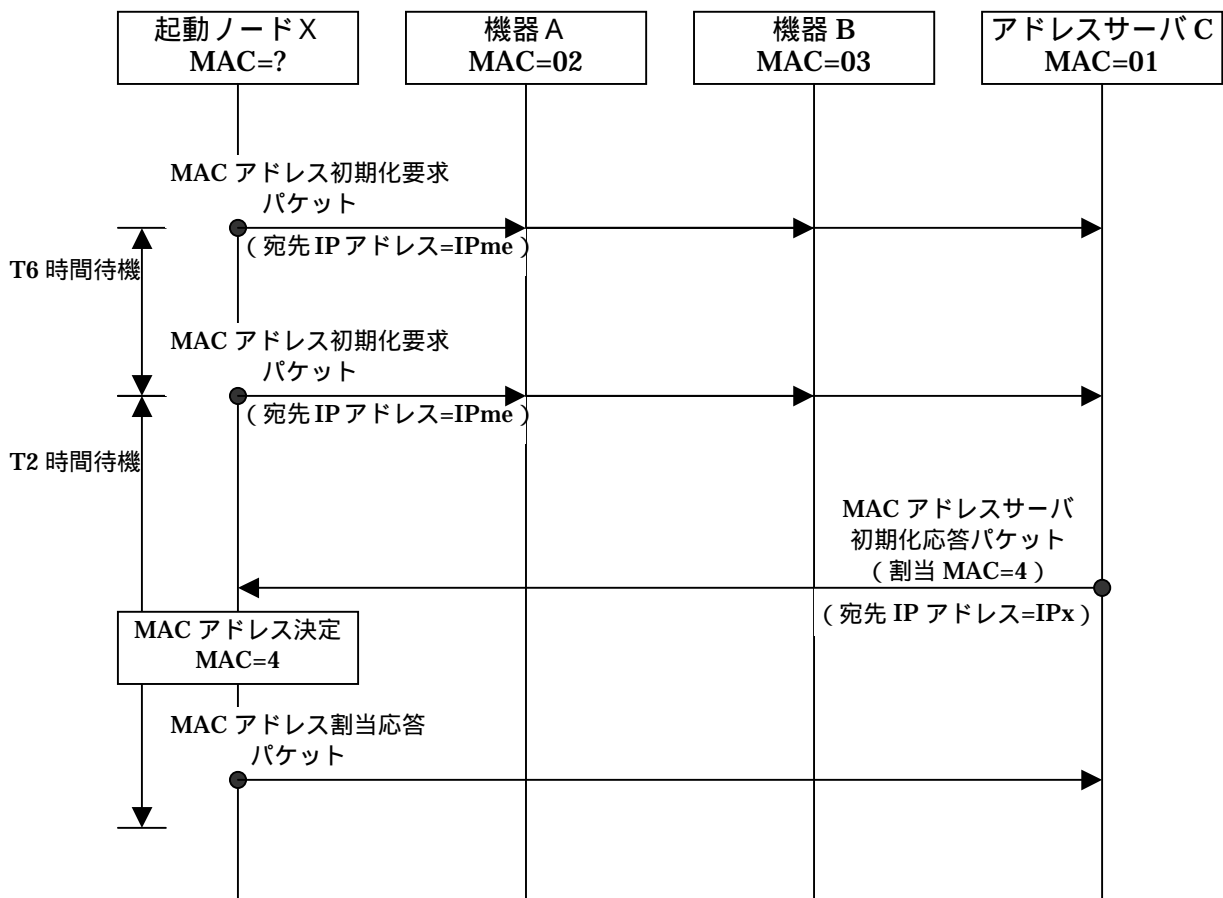


図2.37 起動シーケンス図 (MAC アドレス不保持、SR MODE、アドレスサーバあり)

(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)

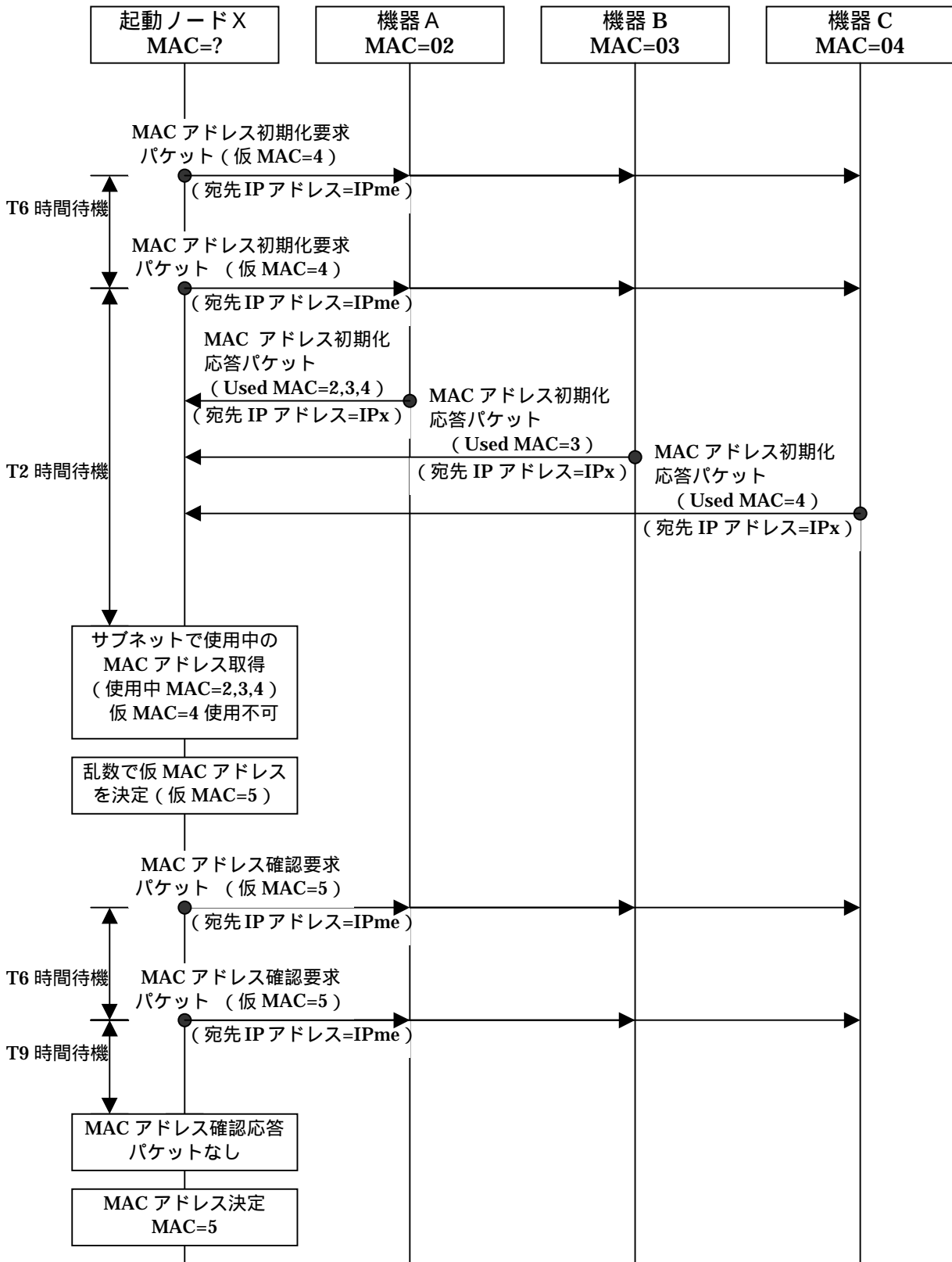


図2.38 起動シーケンス図 (MAC アドレス不保持、A MODE、アドレスサーバなし)

(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)

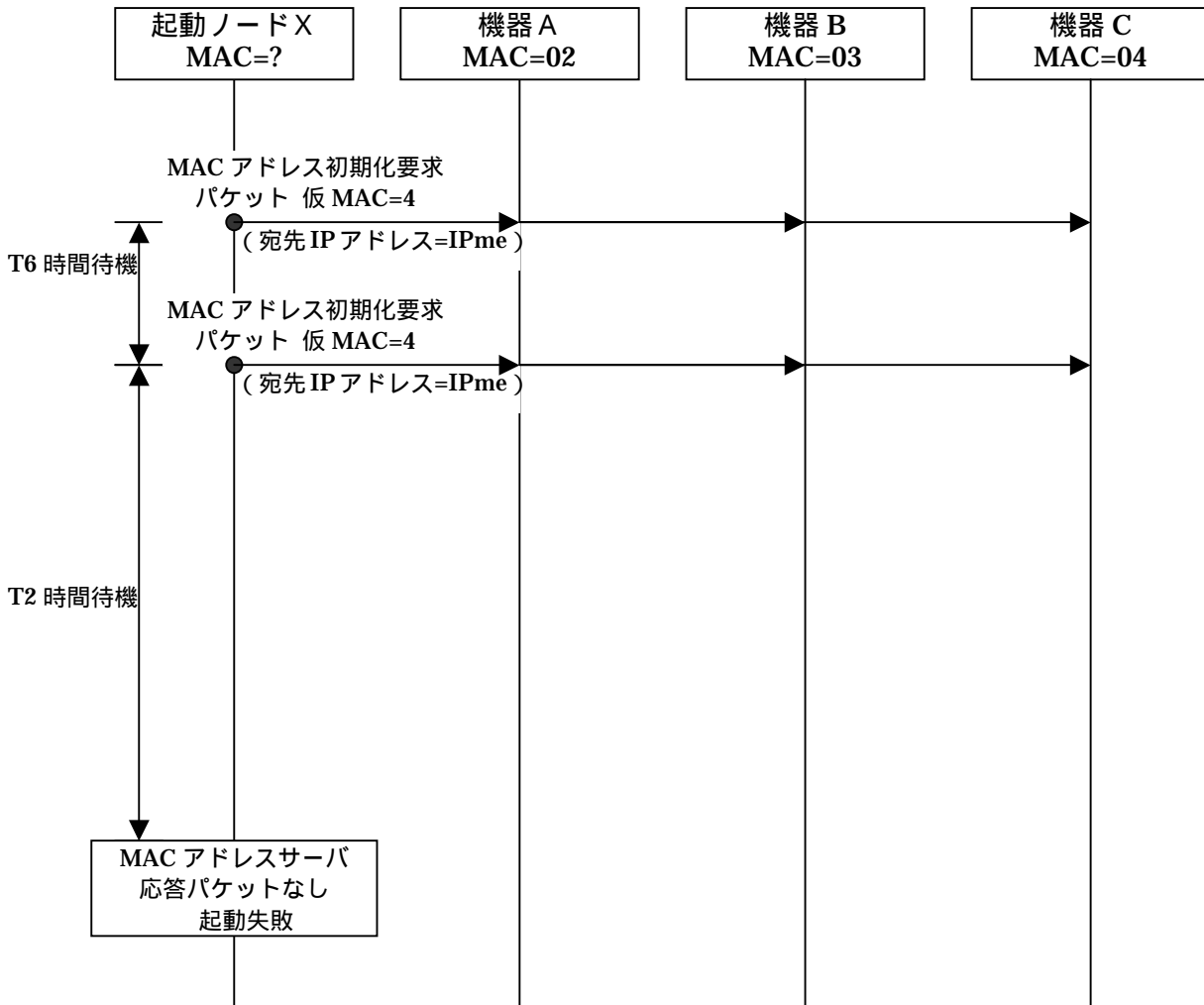


図2.39 起動シーケンス図 (MAC アドレス不保持、SR MODE、アドレスサーバなし)

(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)

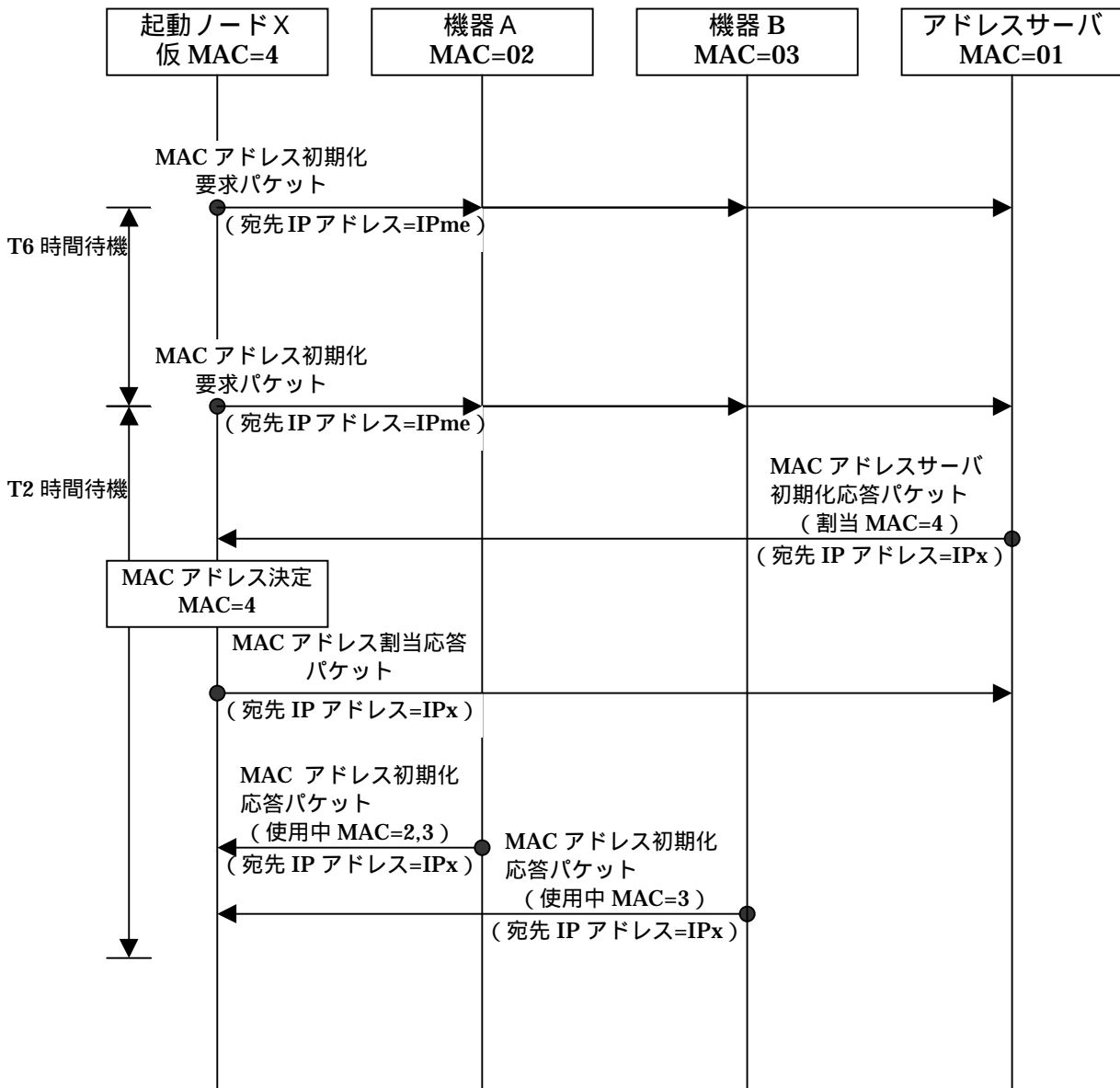


図2.40 起動シーケンス図 (MACアドレス保持、A MODE、アドレスサーバあり)

(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)

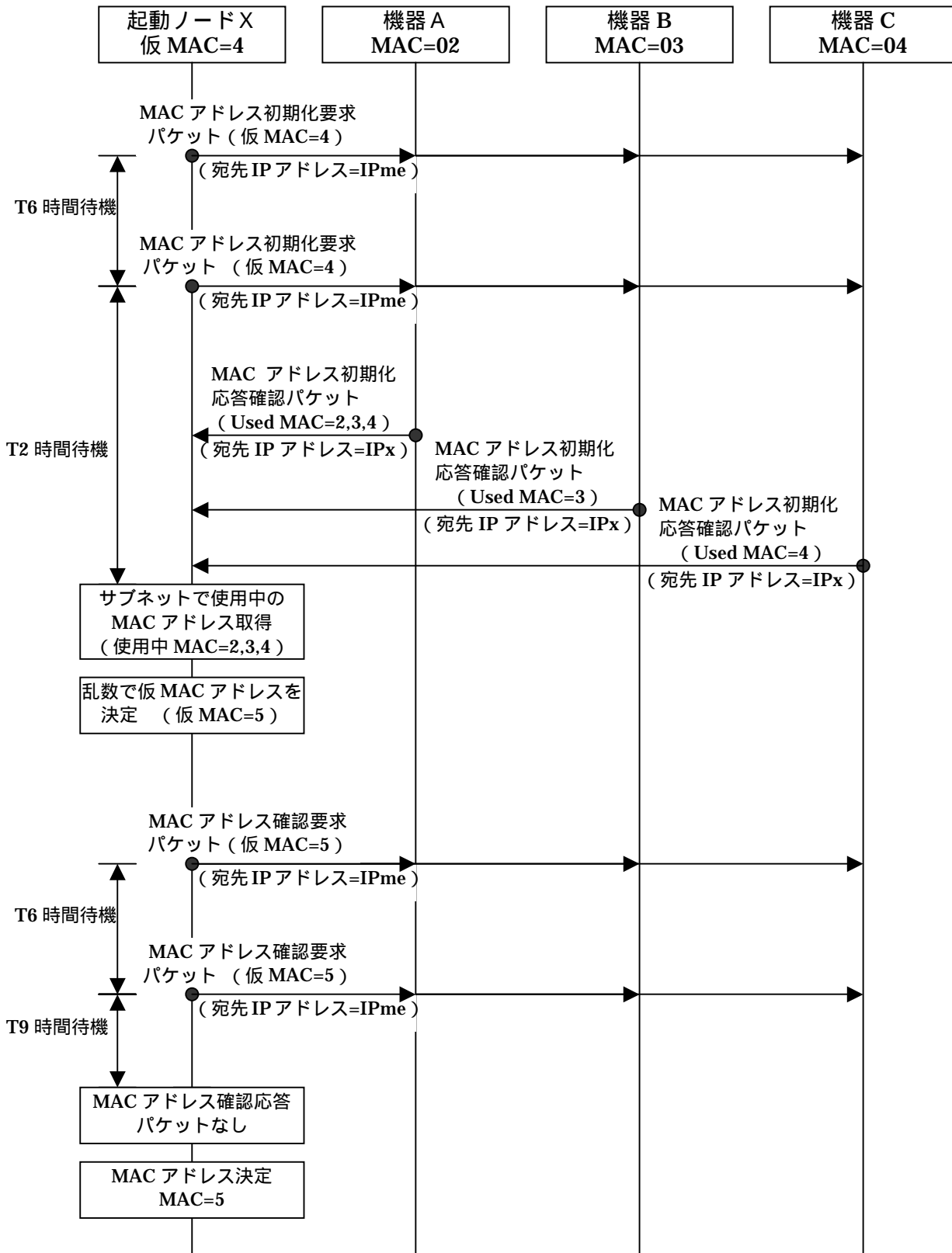


図2.41 起動シーケンス図 (MAC アドレス保持、A MODE、アドレスサーバなし)

2.7.5 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回送信する。ただし、後述するMAC アドレスサーバ検出応答パケットまたはMAC アドレスサーバ通知パケットを受信した場合は2回目の送信を省略しても良い。
MAC アドレスサーバ検出要求パケットは表2.19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2.20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2.27参照)。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ECHONETMAC 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ECHONETMAC 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ECHONETMAC アドレスを収集するべきである。

(3) MAC アドレスサーバ動作時の処理

MAC アドレスサーバは動作時に以下の処理を行なわなければならない。

A. MAC アドレスサーバ検出要求パケットを受信した場合：

MAC アドレスサーバ検出応答パケットを送信し返信する。

MAC アドレスサーバ検出応答パケットは表2.21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ECHONETMAC アドレスを決定し、これを格納したMACアドレスサーバ初期化応答パケットを送信し返信する。付与するECHONETMAC 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ECHONETMAC 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ECHONETMAC 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2.13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2.26 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、一定時間通話がなされていないノードのハードウェアアドレスに割り当てた ECHONET MAC アドレス

等できるだけ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

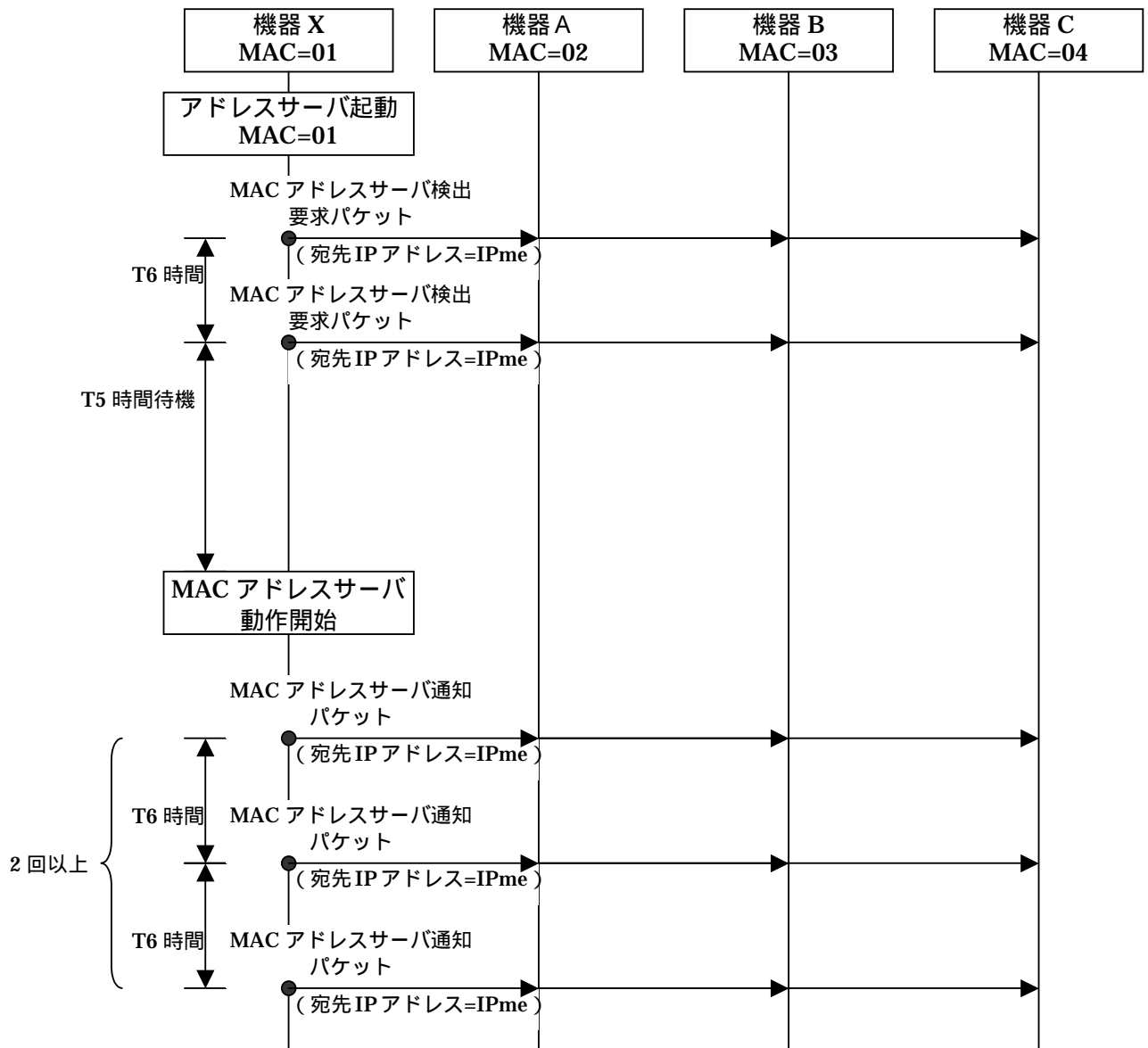


図2.42 MAC アドレスサーバが単独で起動した場合のシーケンス

(B) MAC アドレスサーバがほぼ同時に複数起動した場合

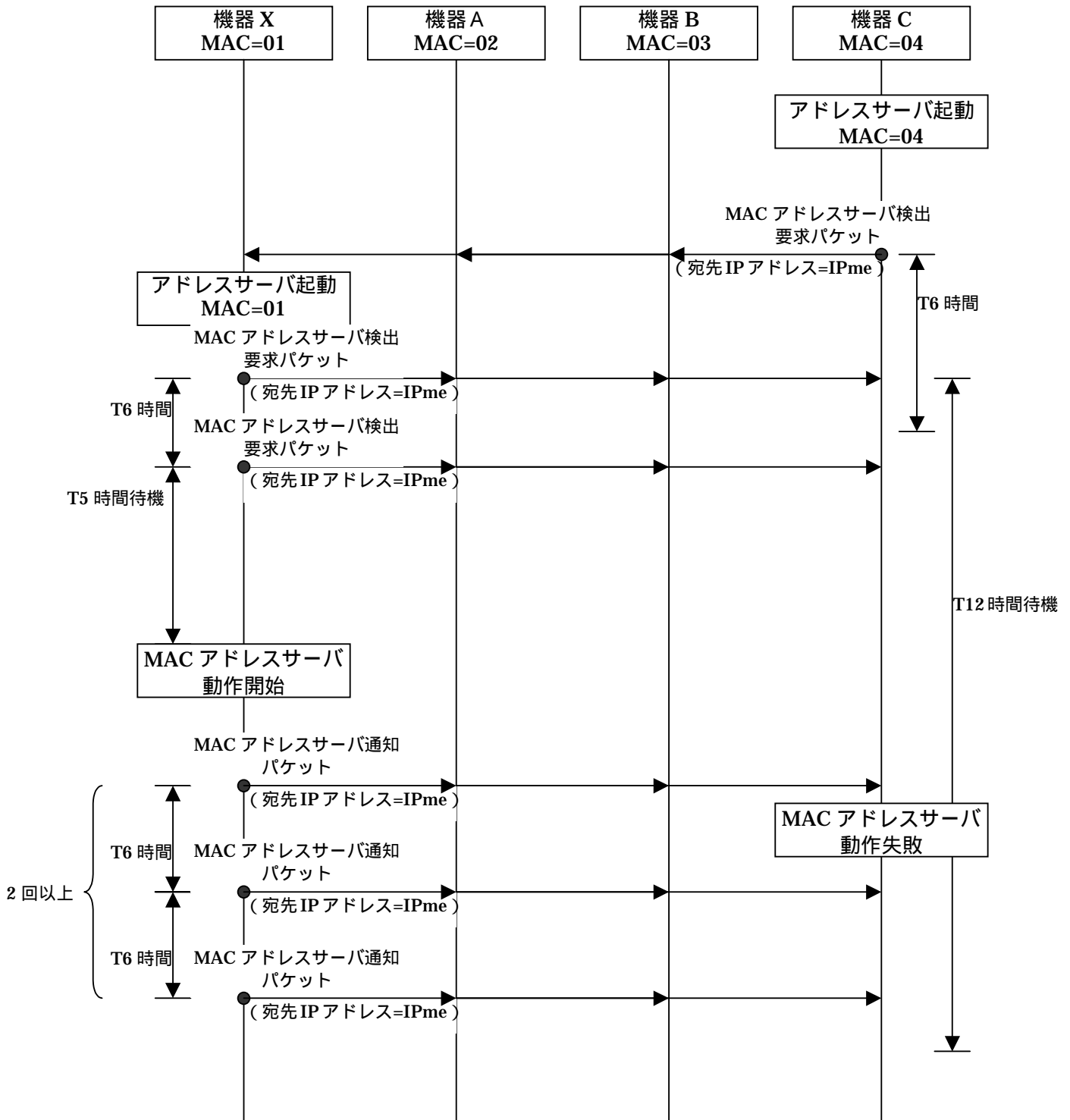


図2.43 MAC アドレスサーバがほぼ同時に複数起動した場合のシーケンス

2.7.6 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2.27 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	2.7.4(2)(C)(iv)	50msec 以内	推奨	MAC アドレス初期化要求パケットを受信後,MAC アドレス初期化応答パケットを送信するまでのウエイトにおいて,ECHONET MAC アドレス=0 でのウエイト
T1	2.7.4(2)(C)(iv)	0	必須	MAC アドレス初期化要求パケットを受信後,MAC アドレス初期化応答パケットを送信するまでのウエイトにおいて,ECHONET MAC アドレスの1 差におけるウエイト増分
T2	2.7.4(2)(C)(ii)	3.0sec	必須	MAC アドレス初期化要求パケットをマルチキャスト後,MAC アドレス初期化応答パケットを受信する時間
T3	2.7.3(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	2.7.3(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	2.7.3(3)	3.0sec	必須	ハード/MAC 逆アドレス解決要求パケットを送信後,ハード/MAC 逆アドレス解決応答パケットを受信するまでのタイムアウト
T5	2.7.5(2)	3.0sec	必須	MAC アドレスサーバ検出要求パケットを送信後,MAC アドレスサーバ検出応答パケットを受信するまでのタイムアウト
T6	2.7.4(2)(C)(ii)	100msec 以下	推奨	MAC アドレス初期化要求パケットを送信する際の間隔
同上	2.7.4(2)(C)(ii)	同上		MAC アドレス確認要求パケットを送信する際の間隔
同上	2.7.5(2)	同上		MAC アドレスサーバ検出要求パケットを送信する際の間隔
同上	2.7.5(2)	同上		MAC アドレスサーバ通知パケットを送信する際の間隔
T7	2.7.4(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	2.7.4(2)(C)(ii)	24hour	推奨	MAC アドレス初期化要求パケットを受信した場合に、含まれる ECHONET MAC アドレスを再び使用可能になるまでの時間 MAC アドレス確認要求パケットを受信した場合に、含まれる ECHONET MAC アドレスを再び使用可能になるまでの時間
T9	2.7.4(2)(C)(ii)	3.0sec	必須	MAC アドレス確認要求パケットを送信後、MAC アドレス確認応答パケット、MAC アドレス初期化要求パケット(RMAC が自己の仮 ECHONET MAC アドレスと等しい場合)、MAC アドレス確認要求パケット(RMAC が自己の仮 ECHONET MAC アドレスと等しい場合)の受信までのタイムアウト
T10	2.7.4(2)(C)(ii)	0~100msec	推奨	初期化シーケンス実行前のウエイト(乱数)
T11	2.7.5(3)	200msec	必須	MAC アドレスサーバが MAC アドレス初期化応答パケットを送信後、MAC アドレス割当応答パケットを受信するまでのタイムアウト
T12	2.7.5(2)	20sec	推奨	MAC アドレスサーバ検出要求パケットを受信後、再び MAC アドレスサーバ検出要求パケットを送信するまでのウエイト
T13	2.7.4(2)(C)(iv)	24hour	推奨	パケットを受信後、UsedMAC を 1 にしてもよい時間
T14	2.7.3	3.0sec	推奨	MAC アドレス全ノード要求パケットを送信後、MAC アドレス全ノード応答パケットをウエイトする時間

2.7.7 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 2.28 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)	・受信処理を行なわないか、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"> 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。 IPv4 アドレスを破棄し、再取得する。 ECHONET MAC アドレス取得起動シーケンスを実行する 	<ul style="list-style-type: none"> Bluetooth®のプロトコルスタック及びBluetooth デバイスの初期化 PANU がスレープ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
20	通信停止要求 (LowStop)	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	対応なし
21	完全停止要求 (LowHalt)	<ul style="list-style-type: none"> 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、IPv4 通信処理、Bluetooth 通信処理を停止する。 	<ul style="list-style-type: none"> BNEP 切断(PANU と NAP/GN の BNEP 接続されている場合)
22	停止通知受信 (LowReceiveStop)	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	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"> 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。 	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"> 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。 	対応なし
25	マスターータ通知 (LowSetMasterRouterFlag)	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	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"> 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。 	対応なし

2.8 基本シーケンス (ソフトウェア内部状態遷移仕様)

2.8.1 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2.42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。

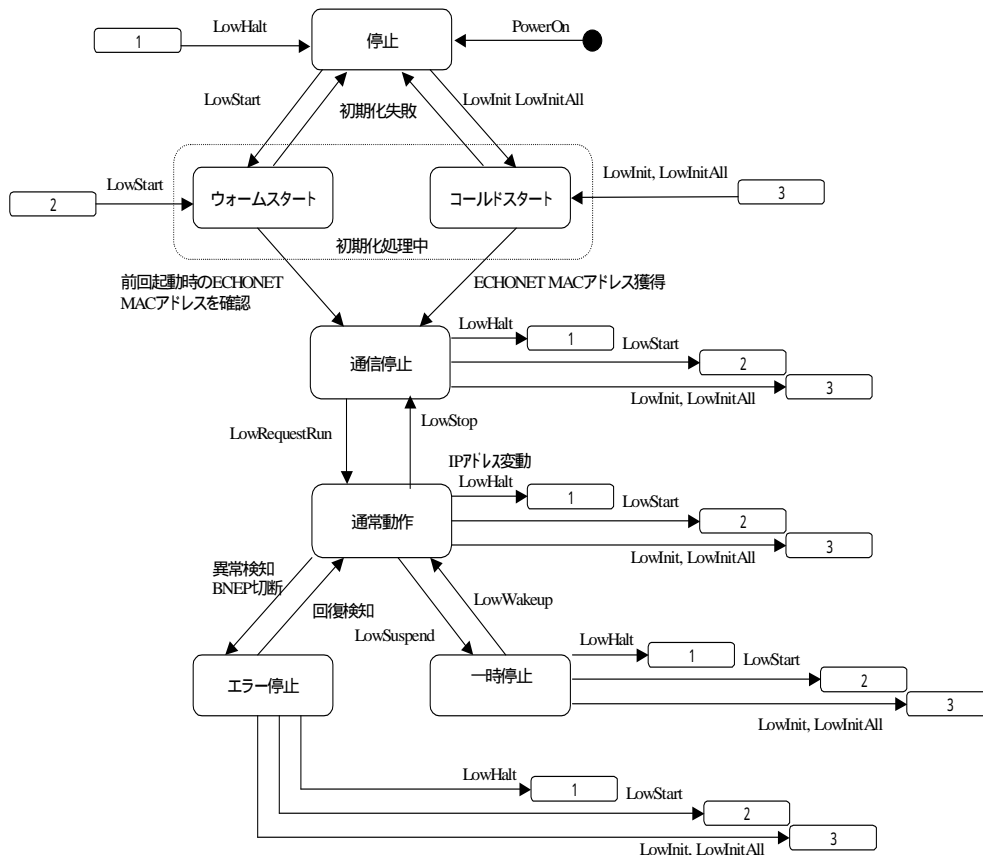


図2.44 シーケンス遷移

2.8.2 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。

2.8.3 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)
- IPv4 アドレスを取得 / 決定する (IPv4 レイヤ)
- IPv4 ネットワークで MAC アドレスを取得する (ECHONET / IPv4 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。

2.8.4 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 IPv4 アドレスを用いて起動してもよいことを確認する (IPv4 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 / IPv4 レイヤ)
上記 の IPv4 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。

2.8.5 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。

2.8.6 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、IPv4 レイヤにおける IPv4 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り遷移する。
- ・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。

2.8.7 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。

2.8.8 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。

2.9 収容規定他

2.9.1 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2.1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/IPv4 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/IPv4 レイヤと下位メディア自身の状態との関連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を規定する。

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2.29 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。IPv4 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。IPv4 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。IPv4 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。

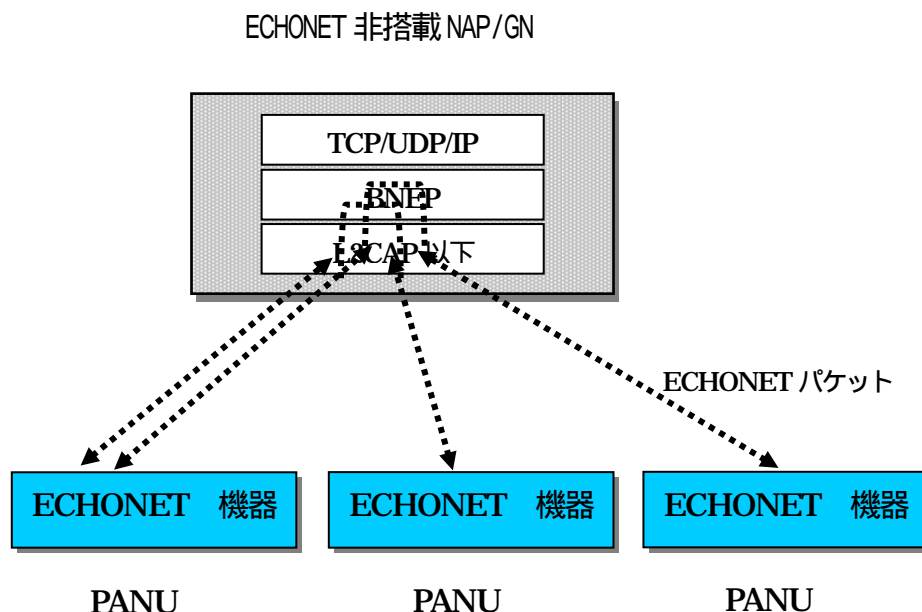


図2.45 ECHONET 非搭載アクセスポイント内での ECHONET パケットの流れ

(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 IPv4/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。

2.9.2 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2.1 Bluetooth® Utility レイヤについて

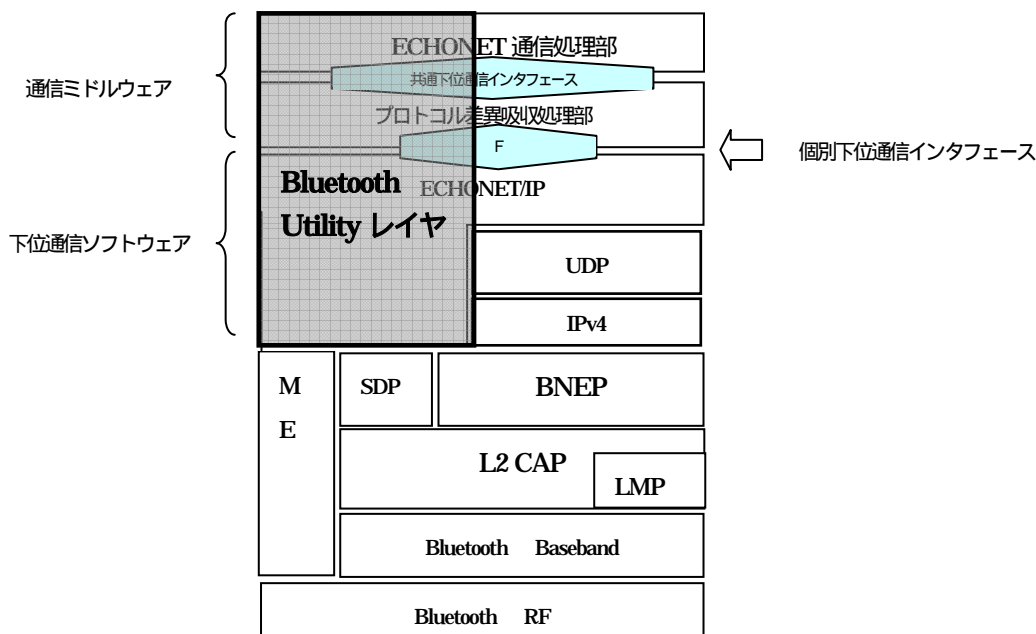
Bluetooth®の特有機能は個別下位通信インタフェースにマッピング可能な機能(状態遷移に関するもの等)以外は ECHONET にマッピングしても、ECHONET 通言処理とは無関係に実行される機能のため、たとえサービスミドルウェアに集約して定義しても殆ど意味がない。これが本文のECHONET/IPv4 レイヤ内で敢えて定義していない理由である。しかし、実装時は付録図2.1のようにSDP,ME,BNEP 上にBluetooth® Utility レイヤを設け、ここにBluetooth 特有機能をもたせ、アプリケーションソフトウェアに関連付けられた処理を行なうことが自然である。

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、最大接続可能数読み出し、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2.1にBluetooth® Utility レイヤとBluetooth レイヤのインタフェース例、付録表2.2にBluetooth® Utility レイヤへのBluetooth レイヤからのStatus 内容列を参考にご示す。



付録図2.1 Bluetooth Utility レイヤの位置付け

付録表2.1 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
デバイス探索で発見され 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 ,Curr ent_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,Encr yption_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,Reas on	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,Tran smit_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2.2 Bluetooth® Utility レイヤへの Bluetooth レイヤからの Status 内容例

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3章 IPv4/Ethernet・IEEE802.3 通信プロトコル仕様

3.1 方式概要

本章では、UDP/IPv4 下のメディアを收容する方式を 2 章にて導入したので、UDP/IPv4 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/IPv4 下に收容する方式を規定する。ECHONET と UDP/IPv4 のインタフェースは 7 章で定めたものをそのまま使用し、UDP/IPv4 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 IPv4 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 3.1 にレイヤ構成を示す。ECHONET 伝送フレームは UDP/IPv4 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/IPv4 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。

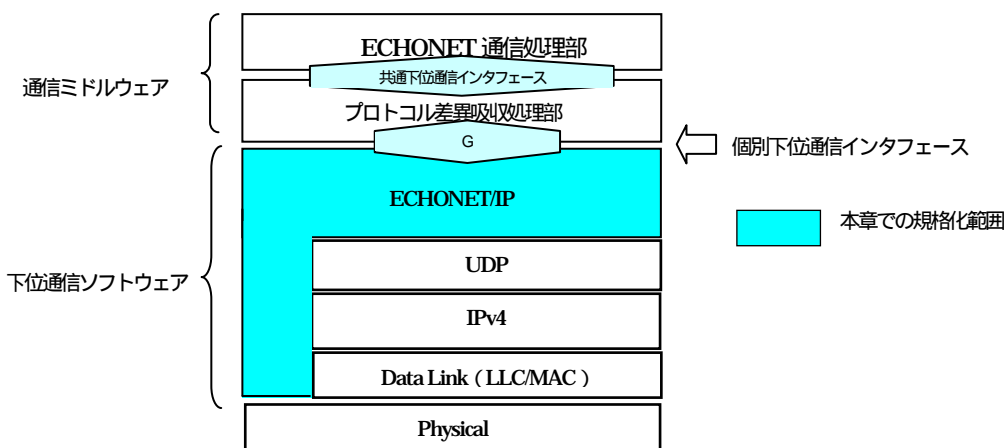


図 3.1 レイヤ構成

3.1.1 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,2章2.7.1項で記したIPv4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),IPv4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。

3 . 1 . 2 適用規格

802.3 ネットワーク適用時は次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 適用時は次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://www.iana.org/numbers.htm> 等で入手可能な該当値を満たすこと。

UDP/IPv4 関連の規格は 3 . 6 節に記載している。

3.1.3 規格化範囲

本規格は図3.1に示した ECHONET/IPv4 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/IPv4 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/IPv4 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/IPv4 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/IPv4 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/IPv4 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。

3.2 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。

3.3 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。

3.4 論理仕様概要

論理仕様に関する IPv4 レイヤ以上は7.4節参照とするが、ECHONET パケットは UDP、IPv4 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 IPv4 レイヤより下のレイヤを説明する。図3.2、図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3.4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。

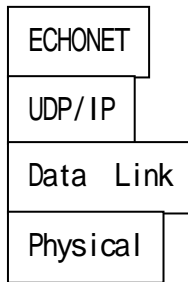


図3.2 Ethernet論理レイヤ図

ECHONET	
UDP/IPv4	
Data Link	LLC+SNAP(802.2) 副層
	MAC(802.3) 副層
Physical	Physical Signaling(802.3) 副層
	Media(802.3)

図3.3 IEEE802.3論理レイヤ図

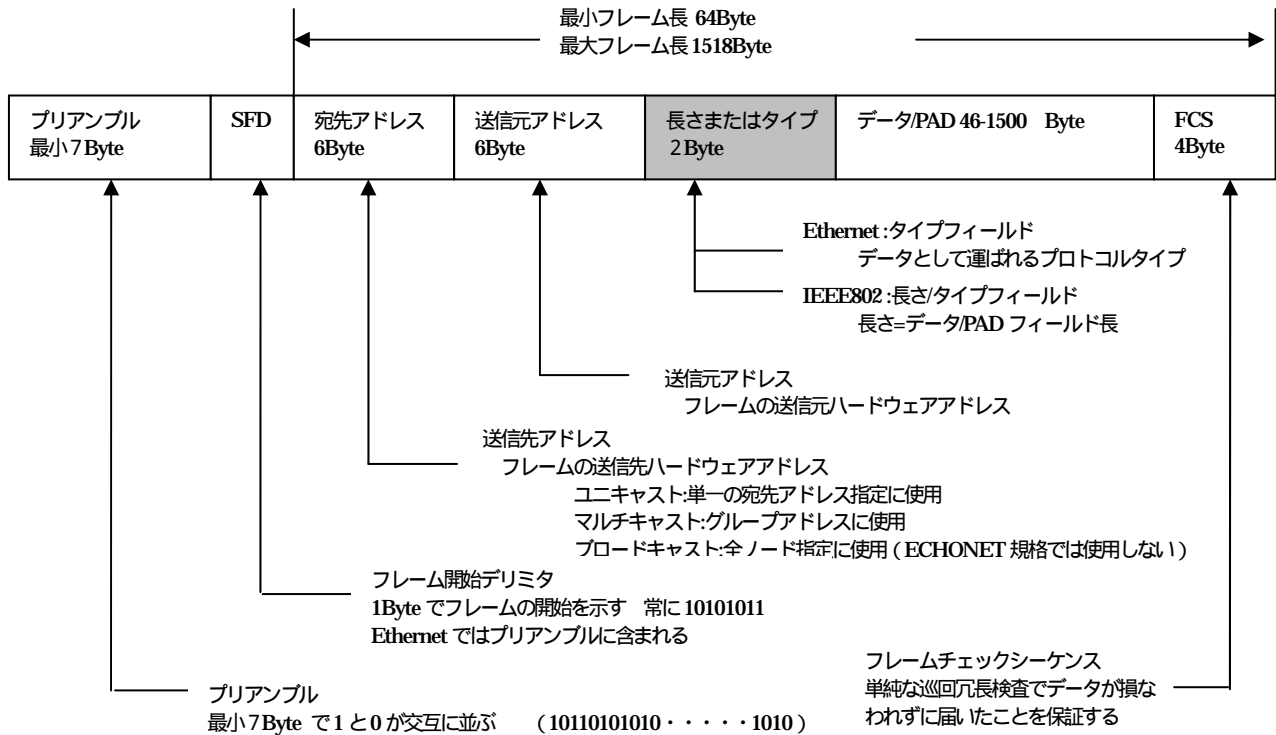


図3.4 Ethernet と IEEE802.3 フレーム構造

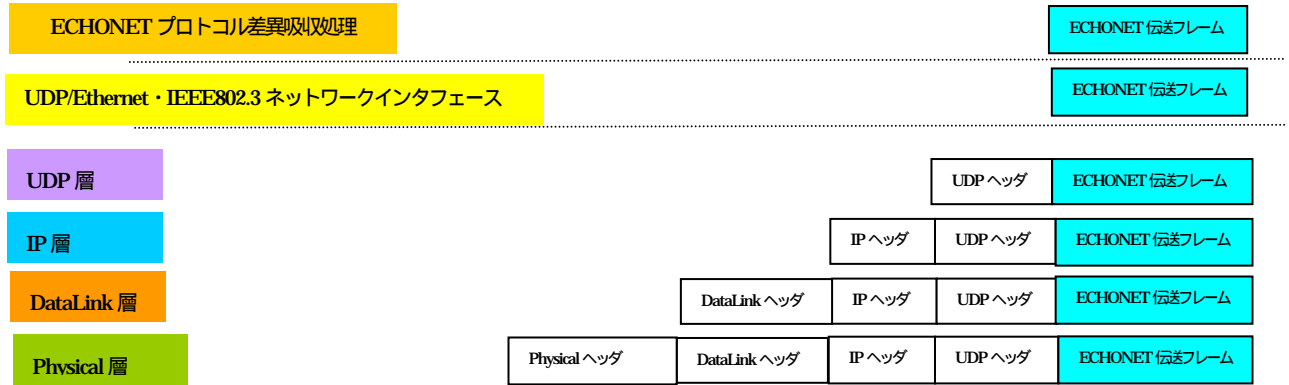


図3.5 Ethernetによるヘッダ

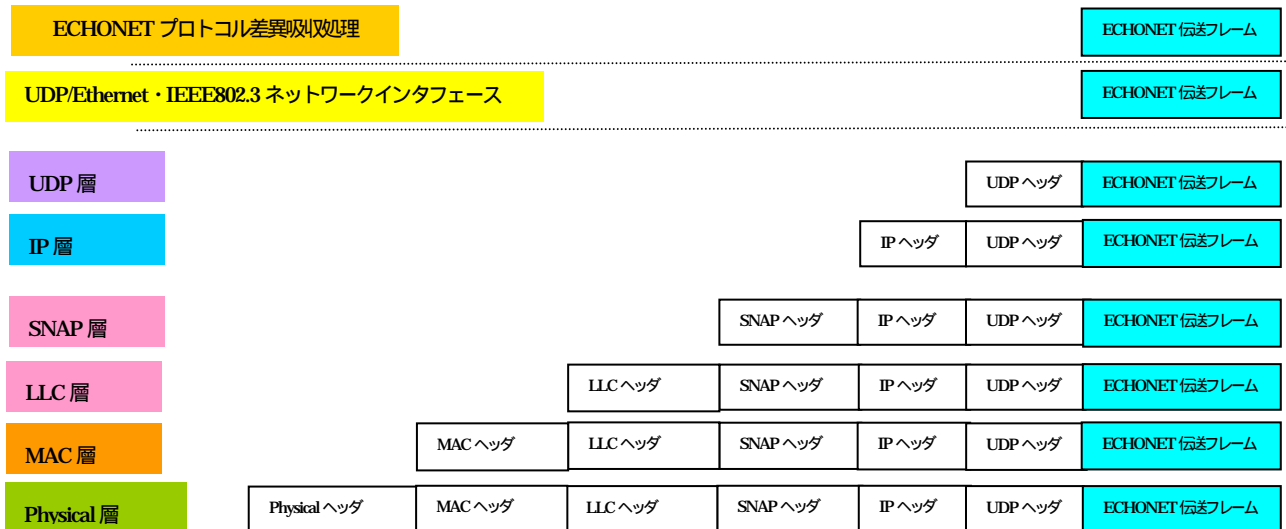


図3.6 IEEE802.3 標準によるヘッダ

3.5 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 IPv4 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 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。

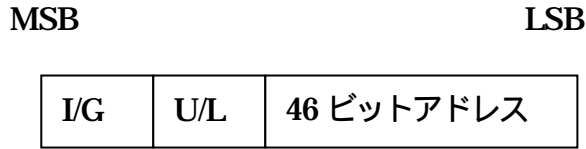
データリンク層の MAC 層に関する詳細は IEEE802.3 適用時 ANSI/IEEE Std802.3 該当章 ,Ethernet 適用時 D-I-X, "The Ethernet - A Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer Specifications"の該当章 を参照のこと。MAC 層では CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect)方式が採用されており,仮にノード間での送信パケットの衝突が生じたとしてもプリアンプル内でハードウェア的に衝突が検知され,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3.7 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)

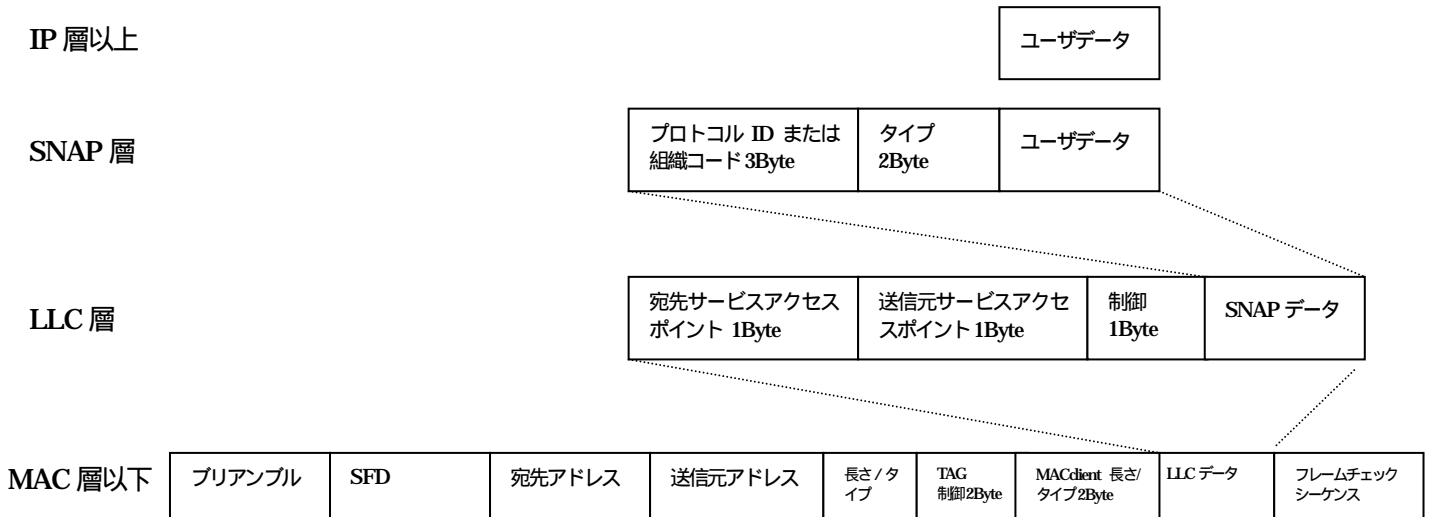


図3.8 IEEE802.3 フレーム構成

3.6 論理仕様 (UDP/IPv4 レイヤ)

2章2.6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

3.7 論理仕様 (ECHONET/IPv4 レイヤ)

本節は2章2.7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

3.7.1 時間規定

本節は2章2.7.6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。

3.8 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/IPv4 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3.9に示す。

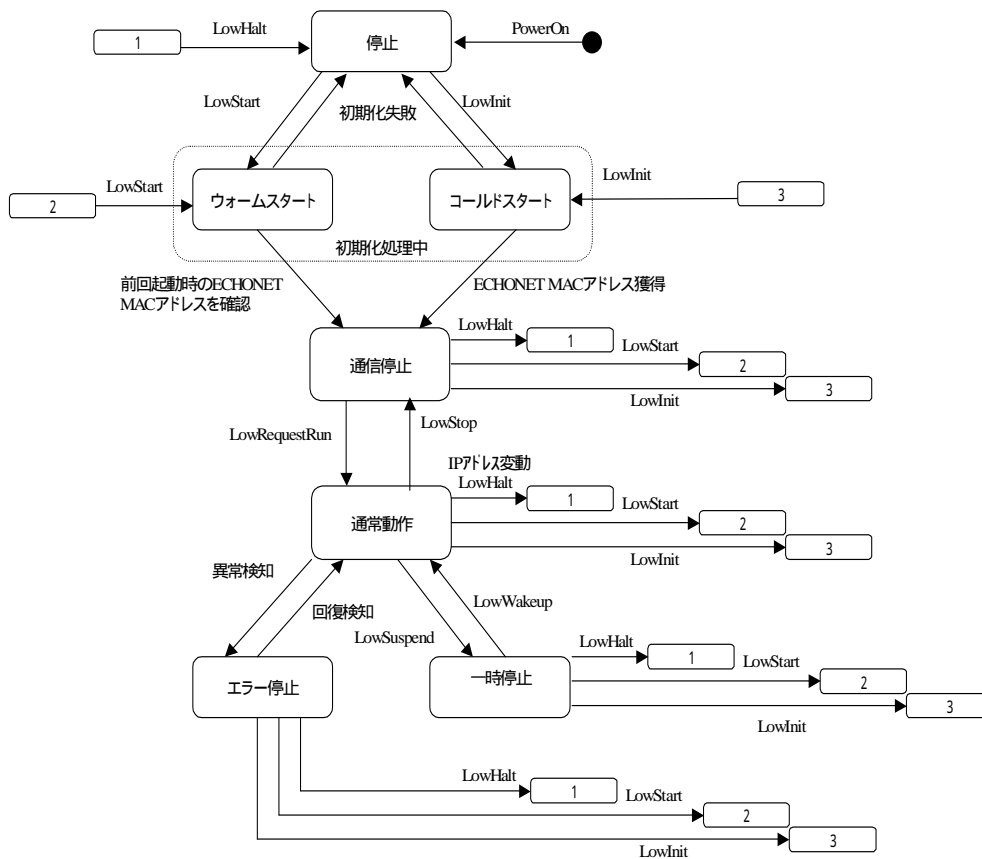


図3.9 状態遷移図

3.8.1 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が停止しており 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 IPv4 アドレス取得は初期処理中状態で行われる。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとして LOW_STS_STOP を返す。

(3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)

下位通信ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

(1) 初期化処理中状態への遷移トリガ

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

3.8.2 初期化処理中状態

初期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 IPv4 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 IPv4 アドレスのウォームスタート、コールドスタートにおける再取得有無は規格では定めない。またその他の何らかの異常時は停止状態に移行する。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

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

LOW_STS_RST を返す。

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

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

- (1) 通信停止状態への遷移トリガ
ECHONET MAC アドレスの取得完了により遷移する。
- (2) 停止状態への遷移トリガ
IPv4 アドレス、ECHONET MAC アドレスの取得失敗により遷移する。

3.8.3 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。

3.8.4 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電文に変換し、プロトコル差異処理電文に出力する。

(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、IPv4 レイヤにおける IPv4 アドレスの変化により遷移する。

(3) エラー停止状態への遷移トリガ

下位通信ソフトウェアによるエラー発生時に遷移する。

- (4) 初期化処理中状態への遷移トリガ
初期化要求 (LowInit), ウォームスタート要求 (LowStart) 各サービスにより遷移する。
- (5) 通信停止状態への遷移トリガ
終了サービス (LowStop) により遷移する。

3.8.5 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) 初期化処理中状態への遷移トリガ
初期化要求 (LowInit), ウォームスタート要求 (LowStart) 各サービスにより遷移する。
- (3) 通常動作状態への遷移トリガ
エラー要因の解除により遷移する。

3.8.6 一時停止状態

一時停止状態とは、通信ソフト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。

3.9 収容規定他

2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IPv4/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。

第4章 IEEE802.11/11b 通信プロトコル仕様

4.1 方式概要

本章では IEEE802.11 および 802.11b で規定されている 2.4GHz 帯の無線 LAN を ECHONET の伝送メディアに收容する方式について規定する。

IEEE802.11 は物理層及び MAC 層が規定され、IEEE802.11b は 802.11 の高速版として物理層のみが規定されている。IEEE802.11 の物理層では赤外線方式、FH 方式による 2.4GHz 無線、直接拡散方式 (DSS) による 2.4GHz 帯無線が規定され、802.11b では直接拡散方式による 2.4GHz 帯の無線が規定され 802.11 とは上位互換性を保っている。ECHONET 規格では 802.11/802.11b の直接拡散方式での無線 LAN を採用することとする。

第2章、第3章にて UDP/IPv4 とともに Bluetooth®、Ethernet および IEEE802.3 の收容方式が規定されている。IEEE802.11/802.11b では無線 LAN の物理層、MAC 層のみ規定され、IEEE802.2 での LLC 層からは IEEE802.3 と同様にアクセスすることができるようになっている。

従って、ECHONET としては、IEEE802.11/802.11b を Ethernet および IEEE802.3 と同一方法で收容するものとする。

下図にレイヤ構成を示す。

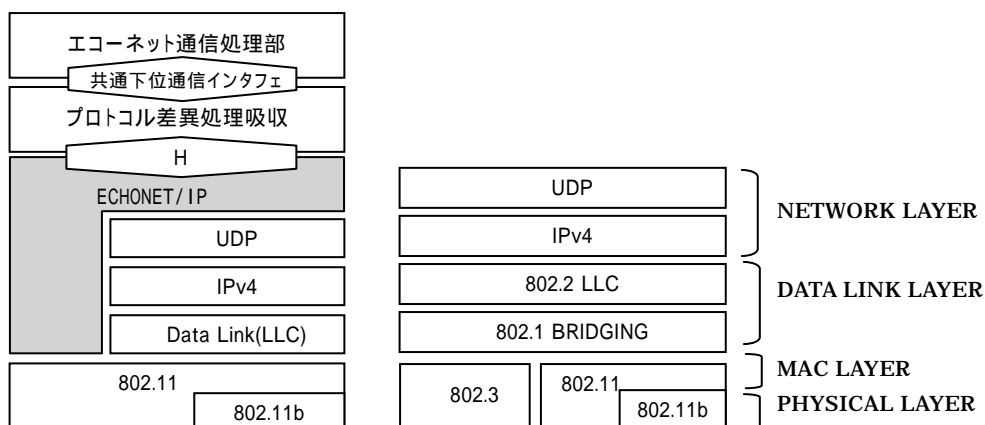


図 4.1 レイヤ構成

4.1.1 用語定義

(1) 通信モード

IEEE802.11/11b の無線 LAN ではアクセスポイントを介して通信を行なう「インフラストラクチャネットワーク」と、アクセスポイントを介さずに無線 LAN クライアント同士で通信を行なう「アドホックネットワーク」とがある。これらのネットワークの違いをこれ以後、「通信モード」と呼称する。

(2) ECHONET MAC アドレスとハードウェアアドレス

IEEE802.11 標準規格内で用いられる MAC アドレスは ECHONET 規格では「ハードウェアアドレス」と呼ばれている。一方 ECHONET 規格内で用いられる MAC アドレスとは一般に ECHONET MAC アドレスの事を指している。

本章においても、原則として IEEE802.11 標準規格で用いられる MAC をハードウェアアドレス、ECHONET 規格で用いられる MAC を ECHONET MAC アドレスと呼称し区別するものとする。

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

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

4.1.2 通信モデル

IEEE802.11/11b の通信モードは図 4.1 の MAC LAYER で処理される。したがって ECHONET から見て IEEE802.11/11b の通信モードは下位通信ソフトウェアに隠されており、個別下位通信インタフェースを通じてのみアクセス可能なモードである。

ECHONET における IEEE802.11/11b の通信モードは個別下位通信ソフトウェアの IEEE802.11/11b 下位通信ソフトウェア用初期化パラメータにより変更するものとする。

付録 9.1 に具体的な IEEE801.11/11b メディア搭載 ECHONET ノードの起動シナリオを示した。

(1) トポロジー

1) インフラストラクチャネットワーク

アクセスポイントを用いたネットワークであり、基本サービスセット (Basic Service Set) と呼ばれている、本規格ではインフラストラクチャ・モードと呼称する。

端末局 (STA : ステーション) である各ノード間の通信は全て基地局 (AP : アクセスポイント) を経由して行なう。上記したように通信モードのマネジメン

トは MAC レイヤで処理されるため、ECHONET 機器は AP の存在を知ることはない。

AP は「4.1.2 適用規格」に記載されている ANSI/IEEE STD802.11 が規定する範囲において、ECHONET 規格内で使用することが可能であるものとする。

図 4.2 は ECHONET における IEEE802.11 インフラストラクチャ・モードのネットワークトポロジーを示したものである。

IEEE802.11/11b に順ずるトポロジーは図中実線矢印で示される経路を経てパケットの送受信を行なう。その一方、ECHONET に順ずるトポロジーは図中白抜き矢印のように見かけ上ノード間で通信を行なうように見える。

IEEE802.11/11b に順ずる IPv4 アドレスと ECHONET 規格に順ずる EA との関連は、第3部、第2章に記載されている「ECHONET MAC アドレス取得初期化シーケンス」および「ECHONET MAC アドレスサーバ」の規定に従うものとする。

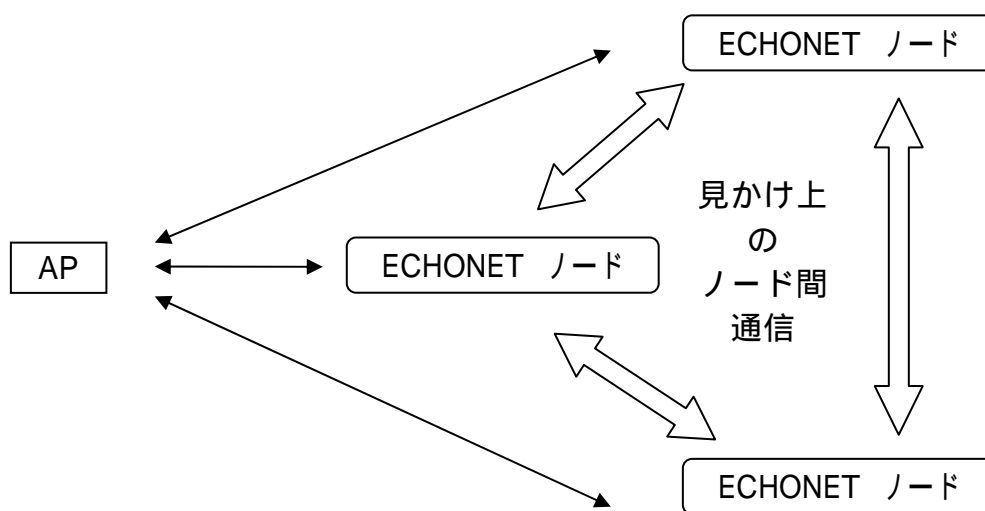


図 4.2 インフラストラクチャ・モードのトポロジー

2) アドホックネットワーク

基地局 (AP) を必要とせず端末局 (STA) のみで構成されているネットワークであり、インフラストラクチャ・モードの BSS と区別して IBSS (Independent Basic Service Set) と呼ばれている。本規格においては、アドホック・モードと呼称する。

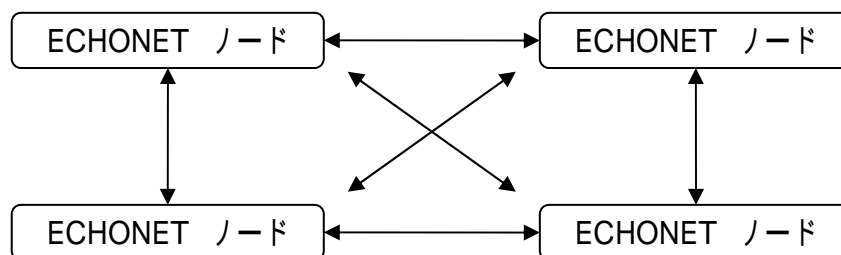


図 4.3 アドホック・モードのトポロジー

アドホック・モードでは、各ノードが直接無線パケットをやり取りして通信を行う。図 4.2 と図 4.3 を比較して明らかなように、ECHONET 規格の範囲内では、両通信モードはトポロジーとして同じものである。

3) その他の通信モード

IEEE802.11 では、上記したインフラストラクチャネットワーク (BSS)、アドホックネットワーク (IBSS) の他に、拡張インフラストラクチャネットワーク (ESS) および無線ディストリビューションシステム (WDS) などがある。

拡張インフラストラクチャネットワーク(ESS)

AP は Ethernet などのバックボーンネットワークに接続されて使用されるのが一般的であり、複数の AP が同一のバックボーンネットワークに接続されている場合、ベーシックサービスセット BSS(Basic Service Set)に対して、拡張サービスセット ESS (Extended Service Set) と呼称して区別している。

下図は ESS のネットワーク例を示したものである。

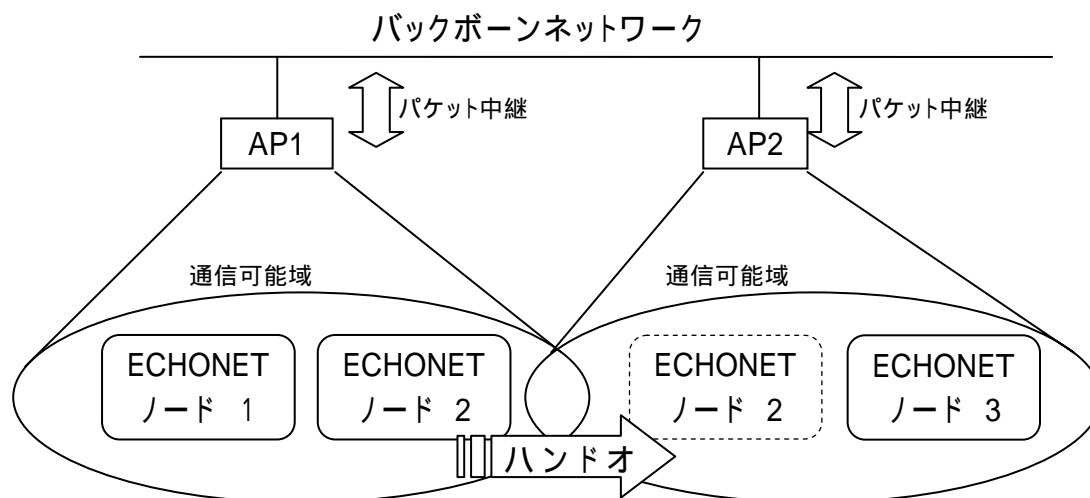


図 4 . 4 拡張インフラストラクチャネットワーク

各 AP はそれぞれ通信可能な領域を持っており、これを一般に無線セルと呼んでいる。無線セル間を移動可能な ECHONET ノードは、独自に移動を検知して移動先の AP に接続を切り替える機能を持たせることが推奨される。この機能を一般的にハンドオフと呼称している。

また AP はバックボーンネットワークに対して、パケットの中継を行なうことが出来る。ただし、ハンドオフやパケットの中継の具体的方法は IEEE802.11 標準規格では規定されていない。

図 4 . 4 の白抜き矢印で記されているように、各 AP は無線 LAN とそれとは異なるネットワーク間のパケット中継を行っており、次節に示す「IPv4 メディア共通の収容規定」の第 1 項に基づき、ノード 1 からノード 3 までは同一の ECHONET サブネットに所属しているものとする。

無線ディストリビューションシステム (WDS)

無線ディストリビューションシステムとは、AP だけで構成されるネットワークのことであり、図 4 . 5 にその代表的な接続例を示す。

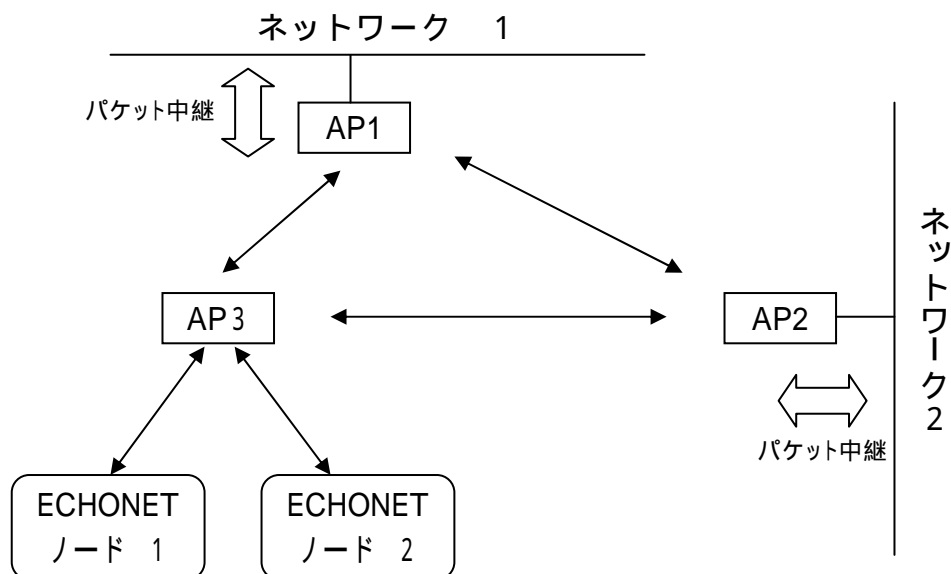


図 4 . 5 無線ディストリビューションシステムのネットワーク

図 4 . 5 では、AP1 と AP2 で無線ディストリビューションシステムが構成されている。 AP3 は通常のインフラストラクチャネットワークである。 IEEE802.11 標準規格ではこのように、WDS とインフラストラクチャネットワークの混在が可能であるとしているが、ECHONET 規格においては、次節に示す「IPv4 メディア共通の収容規定」第 2 項の制約に基づき、図 4 . 5 のネットワーク 1 とネットワーク 2 が異なるサブネットとなることは許されない。

(2) IPv4メディア共通の収容規定

第 2 章 1 . 1 に記載されている「IPv4 メディア共通の収容規定」を本メディアにも適用する。 すなわち以下の 2 項目を収容規定として適用する。

- ・ 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。
- ・ IP ルータで接続された複数の IPv4 サブネットで構成される IPv4 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。

(3) IEEE802.11/11b独自の収容規定

図 4 . 5 のネットワーク 1 とネットワーク 2 がサブネット化されている場合は、図のノード 1 とノード 2 はどちらのサブネットにも所属している事になり、矛盾が生ずる。 これを避けるため、IEEE802.11/11b では以下の収容規定を付加する。

- ・ サブネット化された IPv4 ネットワークを WDS で接続する事は禁止し、サブネット間を接続する場合は ECHONET ルータを用いる事とする。ただし、WDS を同一サブネット内のリピータとして使用する場合はこの限りでない。

(4) 相互接続性に関する規定

本規格は IEEE802.11 標準規格に順ずる無線 LAN に加えて、同規格の元で物理レイヤでの高速化を目的とした IEEE802.11b の規格を ECHONET に収容する事を目的としている。そのため IEEE802.11 と IEEE802.11b の相互接続性を維持する規定が必要となる。

業界団体の WECA(ワイヤレス・イーサネット・コンパティビリティ・アライアンス)がこの目的の為に「Wireless Fidelity(ワイヤレス・フェデリティ)」、通称 WiFi 準拠規定を定めている。ECHONET 規格においても、相互接続性維持の観点から、同準拠規定に順ずるものとする。

対象となる WiFi 規定は「Wi-Fi System Interoperability Test Plan Version 1.1a」(2001年12月11日発行)とする。

なお、WiFi 準拠規定の改定等があり以後の ECHONET 規格での相互接続性に問題が起こるような事態が発生した場合には、都度、対象とする準拠規定を見直すものとする。

- ・ フルエコーネット機器、ECHONET 機器アダプタ、および ECHONET ミドルウェアアダプタに既製の IEEE802.11/11b 準拠の通信装置を搭載する場合は、WiFi 準拠の通信装置を搭載するものとする。ただし既製の通信装置が ECHONET の通信処理部と分離不可能な場合はこの限りでない。
- ・ 既製の IEEE802.11/11b 通信装置を使用する・しないに関わらず、ネットワーク検索方法は WiFi に準拠するものとする。即ち、アドホック・モードにおいては、STA が自立分散的にビーコンを送信し、インフラストラクチャ・モードにおいては、唯一 AP がビーコンを送信する。

(5) 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。

(6) 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(Max8 Byte)、IP v4 ヘッダ(IPv4 Max24 Byte)+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 $1518-(18+8+24+8+4)=1456\text{Byte}$ となり ECHONET フレーム最大パケット長 262Byte は充分サポートできるので分割 ECHONET フレームは使用する必要はない。

(7) 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®、IEEE802.11/11b 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。

4 . 1 . 3 適用規格

802.11/802.11b ネットワーク適用時は次の規格書の関連章を満たすこと。

- IEEE Std802 Overview and Architecture
- ANSI/IEEE Std802.2 Logical Link Control (ISO/IEC8802-2)
- ANSI/IEEE Std802.11 Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications (ISO/IEC8802-11)
- ANSI/IEEE802.11b Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4GHz Band

但し、IEEE Std802.11 における物理層における周波数ホッピング方式 (Frequency-Hopping spread spectrum (FHSS) PHY specification for the 2.4GHz Industrial, Scientific, and Medical (ISM) band) 及び赤外線方式 (Infrared (IR) PHY specification) については本章では対象外とする。

また、国内においては以下の規格を適用する。

- RCR STD-33/ARIB STD-T66

4 . 1 . 4 規格化範囲

本規格は第 8.1.3 章と同様に、図 4 . 1 に示した ECHONET/IPv4 レイヤにより、ECHONET 通信ミドルウェアと IEEE802.11 および UDP/IPv4 各レイヤとのインタフェース仕様を示すものであり、802.11/802.11b や UDP/IPv4 各レイヤそのものの詳細な機械・物理使用、電気仕様は各規格書に委ねる。

4 . 2 機械物理仕様

本規格は RCR STD-33/ARIB STD-T66 を適用する。

4 . 3 電気仕様

本規格は RCR STD-33/ARIB STD-T66 を適用する。

4.3.1 伝送方式および伝送信号

(1) 電波形式

G1D

G : 主搬送波の変調方式 = 位相変調

1 : 主搬送波を変調する信号の性質

= 副搬送波を使用しないデジタル信号の単一チャネル

D : 伝送情報の形式 = データ伝送・遠隔測定・遠隔指令

(2) 出力

最小出力: 1mW

最大出力: 10mW/MHz

(3) 通信方式

直接拡散方式(DS-SS, Direct Sequence Spectrum Spread)を用いる。

(4) 変調速度および変調方式

位相変調を基本としたもので、下記の変調速度および変調方式が使用される。

1Mbps: DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying)

2Mbps: DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying)

5.5Mbps/11Mbps: CCK (Complementary Code Keying)

(5) 受信感度

アンテナ入力換算-76dBmでフレームエラー率(FER)が 8×10^{-2} 以下であること。

(11Mbps CCK変調の条件下で規定)

4.3.2 周波数

(1) 使用周波数帯域

2400 ~ 2497MHz

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、「ワイヤレスLANシステムの無線局」として、2.400 ~ 2.497GHz帯を利用する。

(2) 通信チャンネル

IEEE802.11bで規定されているチャンネル数は14チャンネルであり、各チャンネルの中心周波数を表9.1に示す。各チャンネルとも中心周波数から ± 11 MHzの周波数帯域を使用する。

ECHONET規格では、下記1 ~ 14チャンネルのうち、WiFiが必須と規定する1 ~ 11チャンネルを必須とし、12 ~ 14チャンネルをオプションとする。

表 4.1 各チャンネルの中心周波数

チャンネル	中心周波数 (MHz)
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437
7	2442
8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467
13	2472
14	2484

4.4 論理仕様概要

第8.4章で規定されている Ethernet の論理仕様と同様にして、ECHONET パケットは UDP/IPv4 によりカプセル化され、さらに 802.11/802.11b 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。
 アドレス方法は第7.4章での規定と同様であり、ECHONET 伝送フレームでの宛先（送信元）アドレスは ECHONET アドレス(EA)が使用され、IPv4 ヘッダの宛先（送信元）アドレスには IPv4 アドレスが使用される。

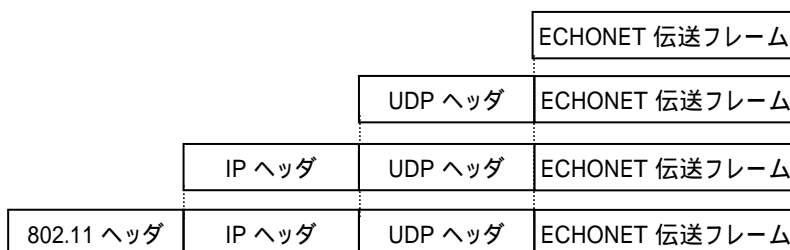


図 4.6 ECHONET 伝送フレームのカプセル化

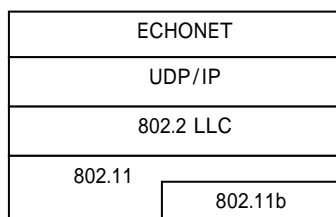


図 4.7 802.11/.11b でのレイヤ図

4.5 論理仕様 (802.11/11b ネットワークレイヤ)

IEEE802.11/802.11b では物理層、MAC 層のみ規定され、それ以上の層は有線 LAN と共通になっている。 MAC フレームの基本フォーマットは以下のようになっている。

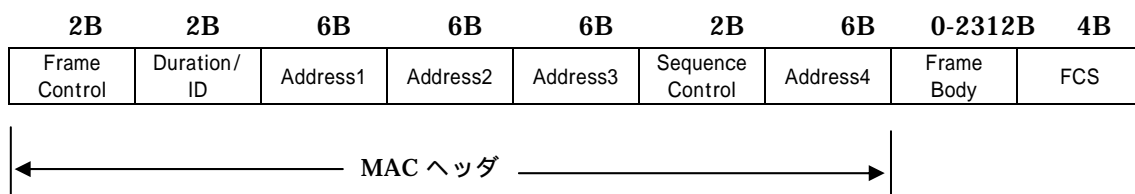


図 4.8 802.11/802.11b MAC フレーム

フレーム制御 (Frame Control): プロトコルバージョン、フレームタイプ、モアフラグメント、再送の識別、パワーマネジメント、モアデータ、暗号化有無、などの制御情報が含まれる。

デュレーション ID (Duration/ID): 無線回線を使用する予定期間

アドレスフィールド (Address1 ~ 4): 最大 4 つ用意されており、フレームタイプによってフィールドの数が変化する。

シーケンス制御 (Sequence Control): MAC フレームのシーケンス番号と、フラグメントのためのフラグメント番号を示す。

フレームボディ (Frame Body): 送信データが格納される。

FCS (Frame Check Sequence): MAC ヘッダとフレームボディの誤り検出信号である。

802.11 の MAC フレームは基本的に以下の 3 種類に区分されている。

- 1) マネジメントフレーム
- 2) 制御フレーム
- 3) データフレーム

マネジメントフレームではアクセスポイントの存在を報知するためのビーコン・フレーム、認証のためのオーセンティケーション・フレーム、アクセスポイントと端末の間で情報をやり取りするためのアソシエーション・フレームが定義されている。

制御フレームでは、応答確認のための ACK フレーム、隠れ端末問題対策の RTS/CTS 制御に用いられる RTS フレーム、CTS フレームが定義されている。

データフレームは、ユーザデータを転送するために定義されている。

802.11 は有線 LAN が生来もつ機能と同等の機能を提供するために、オーセンティケーションとプライバシーのサービスを提供している。これらのサービスにより有線 LAN の閉鎖性の見地から同等の信頼性を提供している。

4.6 論理仕様 (UDP/IPv4 レイヤ)

第2章2.6節 および 第3章3.6節 参照のこと。

4.7 論理仕様 (ECHONET/IPv4 レイヤ)

本節は2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 IEEE802.11 6

ハードウェアアドレス 48bit IEEE802.3 アドレス

4.7.1 時間規定

本節は2章2.7.6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。

4.8 基本シーケンス

本章では、802.11/11bの下位通信ソフトウェアの状態を以下のように分類し、各状態におけるシーケンスの概要を示す。

- 停止状態
- 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

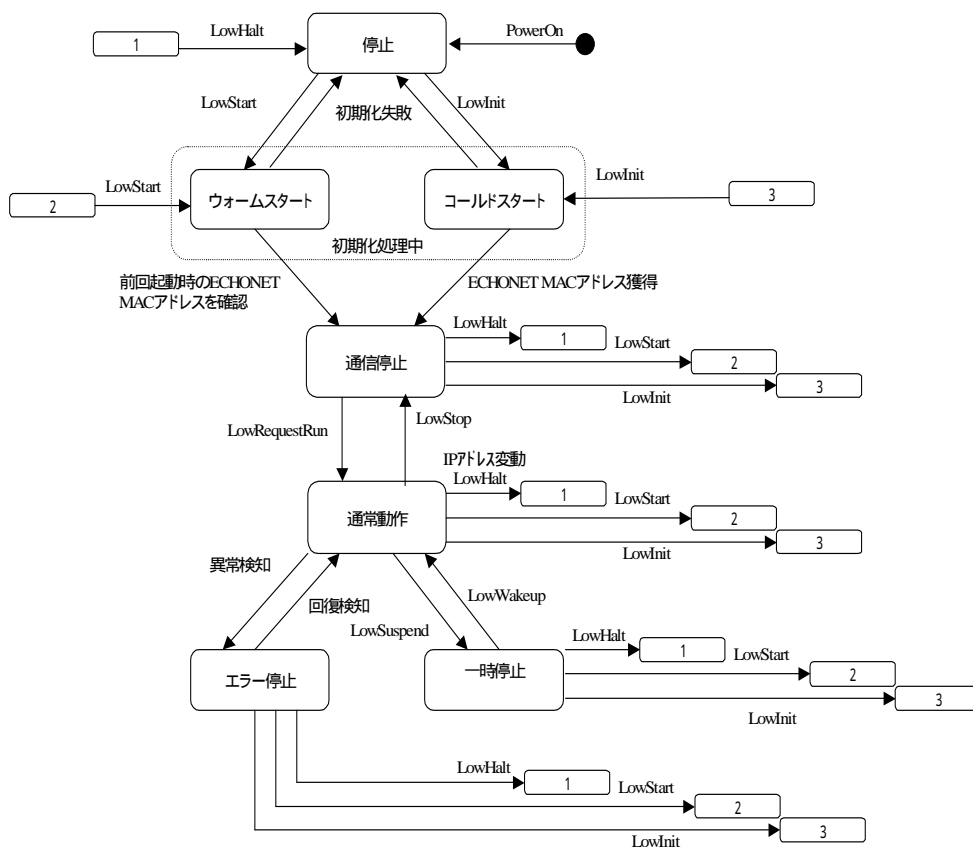


図 4.9 状態遷移図

4.8.1 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 IPv4 アドレス取得は初期化処理中状態にて行われる。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとして LOW_STS_STOP を返す。

(3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)

下位通信ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

(1) 初期化処理中状態への遷移トリガ

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

4.8.2 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

通信ミドルウェアより LowStart、LowInit の指示によってまず IPv4 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 IPv4 アドレスのウォームスタート、コールドスタートにおける再取得有無は規格では定めない。また、その他の何らかの異常時は停止

状態に移行する。

(2) ステータス取得サービス (LowGetStatus)

ステータスとしてコールドスタート時は LOW_STS_INI を返す。ウォームスタート時は LOW_STS_RST を返す。

(3) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)

下位通信ソフトウェア種別を返す。

また,以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

(1) 通信停止状態への遷移トリガ

ECHONET MAC アドレスの取得完了により遷移する。

(2) 停止状態への遷移トリガ

IPv4 アドレス,ECHONET MAC アドレスの取得失敗により遷移する。

4.8.3 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。

4.8.4 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吸収処理部電文を電文サイズに応じて分割し、下位通信ソフトウェア電文に変換し伝送メディアに出力する。
- (6) 電文受信サービス (LowRecvData)
伝送メディアから受信した下位通信ソフトウェア電文をプロトコル差異吸収処理部電文に変換し、プロトコル差異吸収処理部に出力する。
- (7) 下位通信ソフトウェア種別取得サービス (LowGetDevID)
下位通信ソフトウェア種別を返す。

また、以下に状態遷移を行なうためのトリガを示す。

- (1) 一時停止状態への遷移トリガ
下位通信部停止サービス (LowSuspend) により遷移する。

(2) 停止状態への遷移トリガ

停止サービス (LowHalt) により遷移する。または、IPv4 レイヤにおける IPv4 アドレスの変化により遷移する。

(3) エラー停止状態への遷移トリガ

下位通信ソフトウェアによるエラー発生時に遷移する。

(4) 初期化処理中状態への遷移トリガ

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

(5) 通信停止状態への遷移トリガ

終了サービス (LowStop) により遷移する。

4.8.5 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) 初期化処理中状態への遷移トリガ

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

(3) 通常動作状態への遷移トリガ

エラー要因の解除により遷移する。

4.8.6 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。

4.9 収容規定他

4.9.1 ECHONET MAC アドレスサーバ

第2章2.9.1項(5)記載の ECHONET MAC アドレスサーバ機器に関しては IEEE802.11 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。

4.9.2 レイヤ管理機能収容規定

IEEE802.11 標準規格では物理レイヤ、MAC レイヤの各プロトコル規定に加

えて、各レイヤの管理機能（Layer Management）が規定されている。
これらは、ECHONET の下位通信ソフトウェア内に包含されるため、ECHONET アプリケーションからは、個別下位通信インタフェースを介してのみ制御可能である。

本節では、ECHONET 機器に搭載された IEEE802.11/11b 通信メディアに通知すべき下記に示した属性と、その属性値の変更の時期を規定するものとする。

端末局と基地局の従属関係の管理

端末局の認証と暗号化

ハンドオフ

1) 端末局（STA）と基地局（AP）の従属関係

IEEE802.11 系の無線 LAN ネットワークにはインフラストラクチャ・モードとアドホック・モードの2種類がある。その他に基地局（AP）同士の通信で構成されるワイヤレス・ディストリビューション・システムもあるがこれは基地局単独の packets 中継機能であるので分類としては、インフラストラクチャ・モードとアドホック・モードの2種類となる。

ECHONET では、下位通信メディアの初期化時にアドホック・モードとインフラストラクチャ・モードの選択を行なうものとする。

モード選択は、ECHONET アプリケーションが初期化を要求した時点で、個別下位通信ソフトウェアが初期化処理中に初期化用パラメータを読み込むことにより設定するものとする。

2) 端末局の認証と暗号化

IEEE802.11 の認証は以下の2種類が規定されている。なお WiFi 準拠基準では下記オープンシステム認証のみ必須となっており、共通鍵認証は実装依存となっている。

共通鍵認証

チャレンジレスポンス方式による認証で、基地局（AP）と端末局（STA）の両方に事前に暗号化鍵が設定されている。

オープンシステム認証

すべての認証を許可するため、実質的には認証を行わないことと同じである。

ECHONET 規格では、上記共通鍵認証とオープンシステム認証の切り替えと、共通鍵認証で使用する共通鍵のサイズ、および共通鍵本体を下位通信メディアの初期化時に個別下位通信インタフェースから与えるものとする。

3) ハンドオフ

ハンドオフとは、二つ以上の基地局（AP）を持つインフラストラクチャ・モードのネットワーク(ESS)において、端末局（STA）が一方の AP の無線セルから異なる AP の無線セルに移動した場合、自動的にそれを検知し基地局を切り替え

る機能である。

ハンドオフは IEEE802.11 標準規格内においても、具体的な実装方法が規定されていないため、ECHONET 規格では特に初期化時のインタフェースを用意しない。

4.9.3 初期化パラメータ

個別メディア特有の初期化データは個別下位インタフェースの初期化要求時に与えるものとし、少なくとも以下の属性値を含むものとする。

- ・ 共通下位通信インタフェースが使用する通信メディアの送受信バッファのポインタ
- ・ 「4.9.2 レイヤ管理機能収容規定」で規定した IEEE802.11/11b 特有の属性値

初期化パラメータの作成、更新、削除方法については特に規定しない。

初期化パラメータは固定であっても良いし、下位通信ソフトウェアがユーティリティを用意して書き換えても良い。

表 4.2 に IEEE802.11/11b の初期化パラメータが最低限具備すべき属性を一覧表で示した。具体的な C 言語用個別下位インタフェースでの初期化パラメータ構造は、第 6 部 4.3 の「イニシャル情報設定仕様」を参照のこと。

表 4.2 IEEE802.11/11b の初期化パラメータ

No.	名称	機能
1	送信バッファサイズ	通信メディアの送信バッファのサイズ
2	送信バッファ	通信メディア送信バッファ
3	受信バッファサイズ	通信メディアの受信バッファサイズ
4	受信バッファ	通信メディアの受信バッファ
5	IPv4 アドレス設定方法	IPv4 アドレスを自動で設定するか、手動で設定するかを指定する。
6	通信モード	アドホック・モードおよびインフラストラクチャ・モード指定スイッチ
7	SSID	サービスセット識別子
8	認証方式指定	オープンシステム認証かシェアードキー認証かを指定する。
9	認証キーサイズ	認証キーのサイズを指定する
10	認証キー	設定する認証キー
11	通信チャンネル	通信メディアが使用する通信チャンネル

4.9.4 下位通信ソフトウェア初期化情報通知規定

前節で示したように、下位通信ソフトウェアに与える初期化情報をどのように処理するかは実装依存とし本規格では特に規定は行なわない。

しかしながら、一部のコントローラを除く殆どの ECHONET 機器はユーザインタフェースを持たないため、これらの情報をユーザーが通知する手段が必要となる。本節では、IEEE802.11/11b メディア搭載 ECHONET 機器が ECHONET ドメインに参加する以前に初期化情報を通知する方法についての規定を示す。

(1) 初期化情報通知方法の種類

IEEE802.11/11b の初期化情報の通知方法として以下の 2 種類を規定する。本メディア搭載の ECHONET 機器は下記の何れかの初期化情報通知方法を持つものとする。

簡易 WEB サーバによる通知

UDP/IPv4 パケット送信による通知

「簡易 WEB サーバによる通知」ではデータ送信時のフォーマットは特に定めないが、この場合の ECHONET 機器は HTTP による初期化情報設定用画面を外部機器に提供できなければならない。

「UDP/IPv4 パケット送信による通知」では、ECHONET 機器は IPv4 系ネットワーク接続された条件の元で後に述べる所定の UDP フレームを用いて初期化情報を受け取る事が出来なければならない。

(2) 初期化情報の通信条件

IEEE802.11/11b メディア搭載 ECHONET 機器は以下の通信条件で初期化情報の送受信を行なうものとする。

表 4.3 初期化情報通信条件

		簡易 WEB サーバによる通知	UDP/IPv4 パケットによる通知	
			有線方式	無線方式
所定 UDP 送受信機能		不要	必須	必須
初期化情報受信側 IPv4 アドレス (新規参入 ECHONET 機器)		192.168.0.250 (指針)	169.254.1.0 ~ 169.254.254.255 LINKLOCAL アドレス内任意	
初期化情報送信側 IPv4 アドレス (既設 ECHONET 機器、外部機器)		クラス C 192.168.0.0 ネットワーク内任意	同上、但し ECHONET マルチキャストアドレス受信機能必須	
無線 LAN 設定値	SSID	ECHONET	不要	ECHONET
	通信モード	アドホック	不要	アドホック
	認証方式	オープン認証	不要	オープン認証
	WEP キー	なし	不要	なし
	通信チャンネル	1	不要	1
ECHONET MAC アドレス取得		M-MODE または A-MODE		

* LINKLOCAL アドレス : ここでの Linklocal アドレスは IPv4 ベースのアドレスである。
 (参考 : Dynamic Configuration of IPv4 link-local addresses)

表中、「初期化情報受信側」とは ECHONET ドメインに新規に参入しようとする本メディア搭載の ECHONET 機器のことを指す。一方「初期化情報送信側」とは既設の ECHONET 機器あるいは外部機器のことを指し、「外部機器」とは非 ECHONET 機器で本メディアによる通信が可能な機器(例:無線 LAN 搭載 PC)を言う。

「簡易 WEB サーバによる通知」の場合、初期化情報受信側機器は初期値として、公開された固定 IPv4 アドレス(指針として 192.168.0.250 を推奨)を持つものとする。初期化情報送信側機器は当該アドレスにアクセスし、初期化情報受信側機器が提供する WEB ページを参照し、所定の初期化データを通知する手段を持つものとする。

また、機器間の通信方法が無線 LAN による場合は、同表に示した通信条件を用いるものとする。

「UDP/IPv4 パケット送信による通知」の場合、初期化情報受信側機器の IPv4 アドレスは 169.254.1.0~169.254.254.255 のネットワーク内で任意とする。このアドレス空間は、IPv4 Link Local Address と呼ばれ、外部と接続されていないローカルな単一のネットワーク セグメントだけで利用できるアドレス空間である。

初期化情報の送受信時には、各機器は本アドレス空間内で暫定的に使用するアドレスを決定する。暫定 IPv4 アドレスの決定方法についての規定は行な

わないが、ARP (Address Resolution Protocol) を利用して、暫定 IPv4 アドレスが使用されていないかをチェックする事を推奨する。

初期化情報受信側機器は後に述べる初期化情報パケットをマルチキャストすることにより、同ネットワーク内にある初期化情報送信側機器に対して初期化情報を要求する。

この時のマルチキャストアドレスは ECHONET においては 224.0.23.0 に規定されており、初期化情報送信側機器はこのアドレスを ECHONET マルチキャストアドレスとして認識できなければならない。

また、機器間の通信方法が無線 LAN による場合は、同表に示した通信条件を用いるものとする。

(3) 初期化情報通知パケットの種類

IEEE802.11/11b の初期化情報の設定は上記通信条件の元で初期化情報を持つ機器と接続し、ネットワークを介しておこなう。

UDP/IPv4 パケットによる通知は、以下に示すパケットフレーム構造を用いて行なわれるものとする。フォーマットは第2章第7節に記載されたパケットフォーマットに準じ、Version 番号を 0x01 とし、パケットタイプ番号 32 番から採番するものとする。

表 4.4 初期化情報通知パケットの種類

パケットタイプ番号	パケットの種類	サポートの必要性
32	初期化情報要求	UDP/IPv4 パケットによる通知の場合必須
33	初期化情報応答	

(4) 初期化情報通知パケットの構成

【パケットタイプ No. 3 2】初期化情報要求

初期化情報要求パケットは、本メディア搭載の新規参入 ECHONET 機器が表 9-3 に記載した諸条件の元で、ECHONET ドメインに対してマルチキャストされるパケットである。

本フレームの形状概要を以下に示す。

表 4.5 初期化情報要求のフレーム構造

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x01 を入れる (Version 1)
Type	1	値 0x20 を入れる
HAddr	6	新規参入ノードのハードウェアアドレス

初期化情報受信側ノードは下位通信ソフトウェアにおいて、IEEE802.11/11b の接続条件の設定準備が整った段階で、同パケットを UDP プロトコルにより 224.0.23.0 宛に送信し次項に示す「初期化情報応答」パケットの受信を待つ。

Version はパケットフレームのバージョン番号で、常に 0x01 が入る。

Type はパケットのタイプを示し、初期化情報要求には 0x20 が割り当てられている。

HAddr は、新規参入機器即ち初期化情報受信側ノードのハードウェア・アドレスがネットワークバイトオーダーで埋め込まれる。

【パケットタイプ No.33】初期化情報応答

本パケットは情報送信側ノードが初期化情報受信側ノードの送信したパケットタイプ 32 に対して応答するためフレームである。

本フレームの形状概要を以下に示す。

表 4.6 初期化情報応答のフレーム構造

項目	サイズ	説明
Version	1	値 0x01 を入れる (Version 1)
Type	1	値 0x21 を入れる
HAddr	6	新規参入ノードのハードウェアアドレス
IP Method	1	IPv4 アドレス設定方法 IPv4 アドレス配布なし(オート・モード) : 0x00 IPv4 アドレス配布あり(マニュアル・モード) : 0x01
IP Address	4 / 0	固定 IPv4 アドレス IP Method=0x00 の場合は省略(サイズ0)
IP Netmask	4 / 0	固定 IPv4 アドレス時のネットマスク IP Method=0x00 の場合は省略(サイズ0)
IP Broadcast	4 / 0	固定 IPv4 アドレス時のブロードキャストアドレス IP Method=0x00 の場合は省略(サイズ0)
WLAN Mode	1	無線 LAN の通信モード アドホック・モード : 0x00 インフラストラクチャ・モード : 0x01
SSID Length	1	SSID のサイズ(M)
SSID	M / 0	SSID をバイト配列で挿入する。 SSID Length=0 の場合は省略(サイズ0)
Auth Method	1	認証方法 オープンシステム認証 : 0x00 シェアードキー認証 : 0x01
WEP Length	1	認証鍵のサイズ(N)
WEP Key	N / 0	認証鍵をバイト配列で挿入 WEP Length=0 の場合は省略(サイズ0)
Channel	1	通信チャンネル

Version はパケットフレームのバージョン番号で、常に 0x01 が入る。

Type はパケットのタイプを示し、初期化情報応答は 0x21 である。

HAddr には、新規参入機器、即ち初期化情報受信側ノードのハードウェア・アドレス（6バイト）がネットワークバイトオーダーで埋め込まれる。

それ以後は、本メディアの下位通信ソフトウェアが必要とする初期化情報が添付される。

IP Method は、IPv4 アドレス設定方法を示す。

IP 系 ECHONET ノードでは DHCP クライアント機能が必須となっているが、運用面で DHCP サービス機能は推奨となっており、DHCP により IPv4 アドレスが配布されないシステムの存在も許している。

従って、IPv4 アドレス設定手段として DHCP クライアントによる方法しか持たない IP 系 ECHONET ノードが DHCP サービスを提供していないシステムに参入しようする時は IP アドレスの取得手段が無くなる事になる。

このような場合に備え、初期化情報送信側ノードまたは外部機器が IP アドレスの配布機能を備える事も許されるものとし、IP アドレスを DHCP により自動で取得する必要がある場合をオート・モードと呼称しコード 0x00 を割り当て、初期化情報送信側ノードまたは外部機器を介して利用者が手動で設定する場合をマニュアル・モードと呼称しコード 0x01 を割り当てる。

IP Address は、IP Method (IP アドレス設定方法) がマニュアル・モード(0x01) の場合、初期化情報受信側ノードに割り当てる IP アドレスをネットワークバイトオーダーの 4 バイト配列で与える。

IP Netmask は、IP Method (IP アドレス設定方法) がマニュアル・モード(0x01) の場合、初期化情報受信側ノードに割り当てる固定 IP アドレスのネットマスクをネットワークバイトオーダーの 4 バイト配列で与える。

IP Broadcast は、IP Method (IP アドレス設定方法) がマニュアル・モード(0x01) の場合、初期化情報受信側ノードに割り当てるブロードキャスト IP アドレスをネットワークバイトオーダーの 4 バイト配列で与える。

IP Method が 0x00 の時、IP Address, IP Netmask, IP Broadcast は省略される。

IP Method, IP Address, IP Netmask, IP Broadcast はシステムが DHCP サービスを持つ、持たないに関わり無く設定できるものとする。

IP アドレス割り当て機能とは、既設 ECHONET 機器または外部機器が IP 系 ECHONET 機器の IPv4 アドレスの管理機能を持ち、新たに参入する ECHONET 機器に一意的 IPv4 アドレスを配布する機能である。

本機能は外部機器に別途ソフトウェアとして用意するか、または IEEE802.11/11b 初期化情報設定用サービスオブジェクト(別途 ECHONET オブジェクトとして定義)を用いるものとする。

IP Method にオート・モード(0x00)が指定されている場合は、稼働中のシステムは DHCP サービスが稼働していなければならない、初期化情報受信側ノードは IP Method に 0x00 が設定されている場合、取得した通信条件の元で DHCP による IPv4 アドレスの取得を行わなければならない。

WLAN Mode は IEEE802.11/11b の通信モードを示し、アドホック・モードの場合は 0x00、インフラストラクチャ・モードの場合は 0x01 が代入される。

SSID Length は無線 LAN のサービスセット識別子の、終端の NULL を含まないデータサイズを代入する。

SSID には無線 LAN のサービスセット識別子をネットワークバイトオーダの配列で挿入する。SSID が ASCII コード文字列で指定される場合の終端の NULL (バイトコード 0) は含まない。SSID Length が 0 の場合は本項目は省略される。

Auth Method は無線 LAN の認証方式を 1 バイトで指定する。稼動している本メディア搭載 ECHONET システムの認証方式がオープンシステム認証である場合は 0x00、シェアードキー認証方式である場合は 0x01 を代入する。

WEP Length には認証鍵のサイズが代入される。

WEP Key はシステムの認証鍵がネットワークバイトオーダの配列で挿入される。

WEP Length が 0 である場合は本項目は省略される。

Channel は本システムが採用している IEEE802.11/11b の通信チャンネルを 1 バイトで指定する。Channel の詳細は「4.3.2 周波数」の(2)を参照のこと。

(5) UDP/IPv4 パケット送信による通知の前提条件

初期化情報通知方法が UDP/IPv4 パケットによる方法の場合、「初期化情報送信側ノード」に相当する既設 ECHONET ノードまたは外部機器が少なくとも 1 台稼動していることが前提条件となる。

既設 ECHONET ノードが本機能を持つためには、IEEE802.11/11b 初期化情報を設定するユーザインタフェースを備え、次節で述べる初期化情報通知シーケンスに従って、新規参入 ECHONET ノードに初期化情報を通知する手段を持たなければならない。

本機能は別途「IEEE802.11/11b 初期化用サービスオブジェクト」として定義するものとし、ここでは詳細な規定を行わない。

一方、外部機器が本機能を持つためには、少なくとも 1 つ以上の IEEE802.11/11b 通信メディアを備え、初期化情報通知シーケンスに従って新規参入 ECHONET ノードに初期化情報を提供するためのソフトウェアを持たなければならない。

本ソフトウェアについては、個別下位通信ソフトウェアの一部として取り扱い、ECHONET 規格としては特に規定しない。

初期化情報の通知方法が「簡易 WEB サーバによる通知」の場合であっても、「UDP/IPv4 パケット送信による通知」であっても、その通信条件は「0(2) 初期化情報の通信条件」で示した通信条件で行うことを必須とする。

本メディアの ECHONET システムがすでに稼動している場合においても、「初期化情報送信側ノード」となる既設 ECHONET ノードまたは外部機器は、一時的に上記「初期化情報の通信条件」に設定変更されなければならないものとする。これにより、本メディア搭載 ECHONET 機器の初期化時におけるベンダー依存性を排除することが可能となる。

(6) 初期化情報通知シーケンス

下図は初期化情報通知のシーケンスを示したものである。

本メディア搭載 ECHONET ノードの初期化情報通知方法が「簡易 WEB サーバによる通知」である場合は本シーケンスは必要ない。

本シーケンスは初期化情報通知方法が「UDP/IPv4 パケット送信による通知」の場合に必要なものである。

以下、本シーケンスの詳細を「図 4.3 初期化情報通知シーケンス」に沿って記述する。

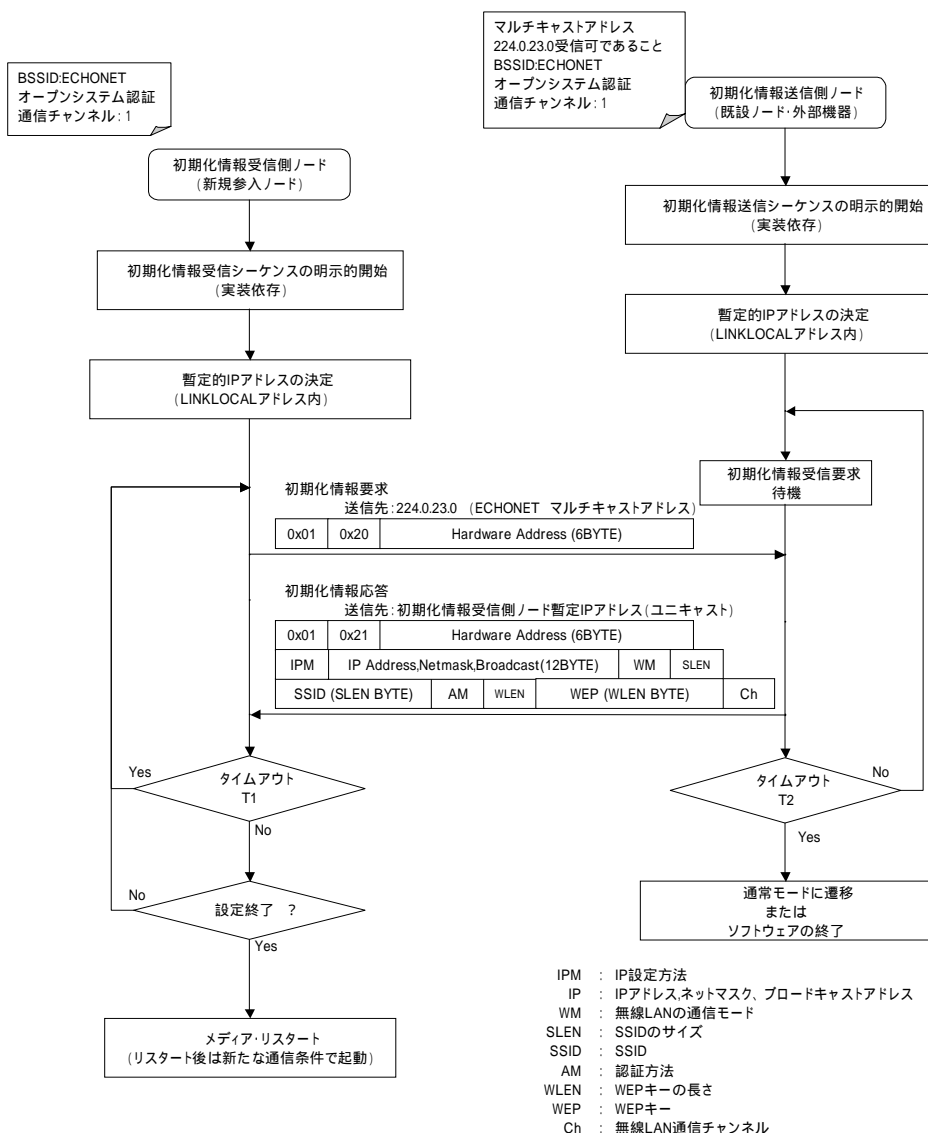


図 4 . 1 0 初期化情報通知シーケンス

図の左側は初期化情報受信側ノード、即ち新規に ECHONET ドメインに参入しようとする ECHONET ノードを示しており、右側は初期化情報送信側ノード、即ち新規参入ノードに初期化情報を提供できる既設 ECHONET ノードまたは外部機器を示している。

初期化情報受信シーケンスの明示的開始

新規参入 ECHONET ノードは、「初期化情報受信シーケンス」を利用者によって明示的に開始されなければならない。

明示的開始とは、利用者あるいは設置者が何らかのアクションを起こして、利用者の意図の元に開始される必要があると示している。

即ち、利用者が意図することなく本シーケンスに遷移することは禁止する。

明示的開始方法については実装依存とし特に規定は行わない。

(たとえば、ECHONET 機器本体に初期化情報受信シーケンス開始スイッチを設けたり、リセットボタンと起動スイッチの組み合わせによる隠しコマンドなどによる方法が考えられる。)

新規参入 ECHONET ノードの暫定的 IPv4 アドレスの決定

初期化時における機器の IPv4 アドレスは LINKLOCAL アドレス内で任意に決定するものとする。LINKLOCAL アドレスとは、外部と接続されていないローカルな単一のネットワーク セグメントだけで利用できるアドレス空間として定義されており、169.254.1.0~169.254.254.255 の範囲で利用が許されている。具体的 IPv4 アドレスの決定方法については実装依存とするが、ARP 要求等による未使用の IPv4 アドレスの探索を行なう事を推奨する。(例えば、APIPA : Automatic Private IP Addressing 等の利用が挙げられる)

初期化情報受信タイムアウトの判定

初期化情報受信シーケンスを開始した新規参入 ECHONET ノードは、パケット No.32 の初期化情報要求パケットをドメイン内にマルチキャストし、ドメイン内に存在すると仮定している初期化情報送信側ノードからの応答を待つ。

一定時間(T1)応答がない場合、利用者による明示的な終了の指定がない限り再度 No.32 の初期化情報要求パケットの送信を繰り返す。

利用者による明示的な終了指定については実装依存とし特に規定は行わない。

初期化情報受信シーケンスの終了の判定

初期化情報要求パケット送信後、所定時間(T1)内にパケット No.33 の初期化情報応答パケットを受け取った場合は、同パケットを解析し必要な初期化情報を自身に取り込み の「新規参入 ECHONET ノードのメディアリスタート」に遷移する。

初期化情報の取得が失敗した場合は再度、No.32 の初期化情報要求パケットを送信し同シーケンスを繰り返す。

また、初期化情報取得の成功、失敗に関わらず明示的な終了の指令を受

け取った場合も の「新規参入 ECHONET ノードのメディアリスタート」に遷移する。ただし、明示的な終了の指令方法については実装依存とし、特に規定は行なわない。

新規参入 ECHONET ノードのメディアリスタート

初期化情報応答パケットの受信後、初期化情報の取得に成功した場合は、初期化情報受信シーケンスを終了し、取得した初期化情報に基づいて通信メディアを再起動する。

この際、取得した初期化情報は新規参入機器内部に保持されるものとする。取得した初期化情報の保持時間や消去方法についての規定は特に行わないが、少なくとも取得した初期化情報に含まれる通信条件で通信を開始できなければならない。

初期化情報送信シーケンスの明示的開始

初期化情報送信側ノードも、初期化情報受信側ノードと同じく、「初期化情報送信シーケンス」を利用者による明示的な指示により開始しなければならない。

即ち、利用者が意図することなく本シーケンスに遷移することは禁止する。

明示的開始方法については実装依存とし、特に規定は設けない。

初期化情報送信側ノードの暫定的 IPv4 アドレスの決定

初期化情報送信側ノードは、システムが使用しているネットワーク IPv4 アドレスとは異なるネットワーク内で初期化情報要求パケットの待ち受けを行なう。

この時の IPv4 アドレスは LINKLOCAL アドレス内で任意に決定するものとする。具体的 IPv4 アドレスの決定方法については実装依存とするが、ARP 要求等による未使用の IPv4 アドレスの探索を行なう事を推奨する

初期化情報受信要求の待機

初期化情報送信シーケンスを開始した初期化情報送信側ノードは、新規参入 ECHONET ノードからの初期化情報要求パケットの受信の待ち受けを行う。

待機中に No32、初期化情報要求パケットを受け取った場合は、パケットタイプ No.33 初期化情報応答パケットに必要な情報を設定して、ユニキャストにて応答を返す。

その際、自己が IPv4 アドレスの割り当て機能を持つ場合は、ドメイン内で一意が保証される IPv4 アドレスを新規参入ノードに通知出来なければならない。

IPv4 アドレスの割り当て機能は、個別下位通信ソフトウェアの一部と

して取り扱い、本規格では特に規定を設けない。

初期化情報送信タイムアウトの判定

初期化情報送信シーケンスが開始され、初期化情報要求パケットの待ち受けを開始してから所定時間(T2)内に初期化情報要求パケットが送信されて来ない場合は、初期化情報送信側ノードは速やかに、通常モードに移行するか、ソフトウェアを終了しなければならない。

初期化情報通知シーケンスは、機器導入時に限って実施されるべきものであり、長時間初期化情報送信シーケンスを稼動することは推奨されない。

初期化情報通知シーケンスが実施されている間は、初期化情報要求パケットを送信することにより、他のどのような機器もその時の無線 LAN 通信条件を取得することが可能であるからである。

初期化情報送信シーケンスの終了の判定

初期化情報送信シーケンスは、上記所定時間 (T2) 内に初期化情報要求がない場合と、利用者による明示的な終了の指示があった場合シーケンスを終了する。

明示的な終了の指示方法については、実装依存とし特に規定を設けない。

上記所定時間 (T2) 内に初期化情報要求があり、所定の応答を返して後のタイムアウト判定に用いるタイマの取り扱いについては実装依存とする。すなわち、応答送信後タイマをリセットし再度初期化情報要求の待ち受けを行なっても良いし、継続してカウントし、時間内に要求が来なければ終了しても良い。

(7) タイムアウト

以下に初期化情報通知シーケンスで使用されるタイムアウトの推奨値を示した。各値は規定値ではなく指針として記載するものである。

表 4.6 初期化情報通知シーケンスで使用する時間

項目	意味	推奨値
T1	初期化情報受信側ノードが初期化情報要求を送信した後、初期化情報応答を待つ時のタイムアウト	2sec
T2	初期化情報送信側ノードが初期化情報要求待機状態に遷移してから、要求がないと判断するまでの時間。	設置場所により長時間必要とする場合もあるため、5min をデフォルトとし、変更可能であることを推奨する。

付録4.1 IEEE802.11/11b メディア搭載 ECHONET ノードの起動シナリオ

IEEE802.11/11b 通信メディアを搭載した ECHONET ノードがドメインに参加して実際に稼働するまでには、IEEE802.11 標準規格で規定された初期化シーケンスと、ECHONET 規格で規定している初期化シーケンスの2つを経由する必要がある。

付録-9.1 では、第9章で規定されている内容に基づいて、IEEE802.11/11b メディア搭載 ECHONET ノードが導入されてから稼働するまでの動作を、具体的な状況を想定しながら追跡する事により IEEE802.11 標準規格と ECHONET 規格の規定する範囲を明確にする。

シナリオとしては、「無線 LAN の起動から IPv4 アドレスの決定まで」、「アドホック、インフラストラクチャ両モードでの起動および運用」と「IPv4 アドレス決定後から ECHONET MAC アドレスの取得まで」の3種類を用意した。

1. 無線 LAN の起動

通常、PC で用いられる無線 LAN カードなどは、その PC に搭載された OS が無線 LAN の起動に必要な項目を管理する。

無線 LAN では最低限以下の項目が通信開始以前にデバイスに通知されている必要がある。

a. 通信モード

アドホック・モードとインフラストラクチャ・モードの切り替え

b. IPv4 アドレスの設定方法

IPv4 自動取得 (DHCP) か手動設定かの切り替え

c. ECHONET MAC アドレス取得方法

A-MODE,SR-MODE,M-MODE による ECHONET MAC アドレス取得方法の切り替え

d. SSID

サービスセット識別子

e. 認証方式

オープンシステム認証方式とシェアードキー認証方式の切り替え

f. 認証キー

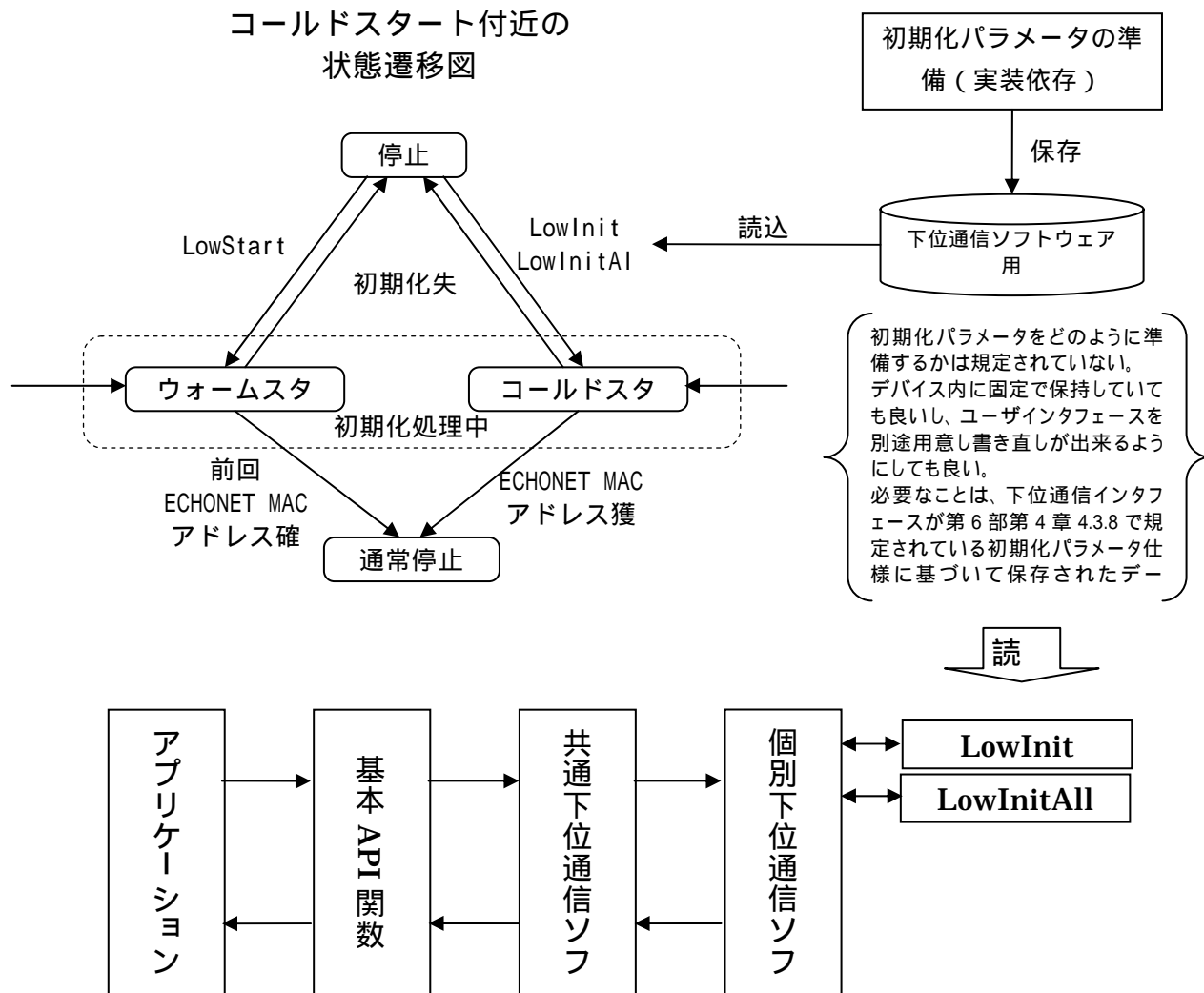
WEP 鍵

g. 通信チャンネル

IEEE802.11/11b で規定されている、メディアが使用するチャンネル

ECHONET 機器で利用する場合は、PC の OS に相当する部分がないため上記設定は個別下位通信ソフトウェアが独自に管理する仕組みが必要となる。

以下は、個別下位通信インタフェースを介して上記設定値が個別下位ソフトウェアに取り込まれ、無線 LAN として起動して IPv4 アドレスが決定するまでの動作を示したものである。



上図のごとく、無線LAN特有の諸設定値は個別下位通信ソフトウェアの一部として、初期化処理中に通信ドライバ内に読み込まれる。したがって例えば、IEEE802.11/11bの通信チャンネルの変更や認証キーの変更などがあった場合は、ECHONET 機器は LowInit または LowInitAll をコールしコールドスタートを実施しなければならない。

- コールドスタートが呼ばれるタイミングは、
- a. 通信モードが変更された場合
 - b. IPv4 アドレスが変更された場合
 - c. ECHONET MAC アドレスが変更された場合
 - d. サービスセット識別子が変更された場合

- e. 認証方式が変更された場合
 - f. 認証キーが変更された場合
 - g. 通信チャンネルが変更された場合
- が想定される。

一方、ウォームスタートが呼ばれるタイミングは

- a. 機器が通信圏外に出た後、再び圏内に戻った場合
 - b. 諸設定値が保存された機器が再起動された場合
- 等である。

IEEE802.11 標準規格から見て、ウォームスタートが呼ばれるタイミングは端末局の リアソシエーション要求に対して、基地局が接続可のリアソシエーション応答を返した場合であると言える。

参考として、IEEE802.11 の MAC レイヤで定義されているマネジメントフレームによる接続時のネゴシエーションを簡単に説明する。

マネジメントフレームには

- 1) ビーコン・フレーム (報知情報)
 - 2) オーセンティケーション・フレーム (認証情報)
 - 3) アソシエーション・フレーム (接続関係情報)
- の3種類がある。

ビーコン・フレームによる報知

ビーコンは、インフラストラクチャ・モードでは基地局 (AP) が周期的に送信し無線セルの存在を端末局 (STA) に知らせる役割を持ち、アドホック・モードでは端末局がランダム送信し IBSS を報知している。

ビーコン・フレームは以下のような形状をしている。

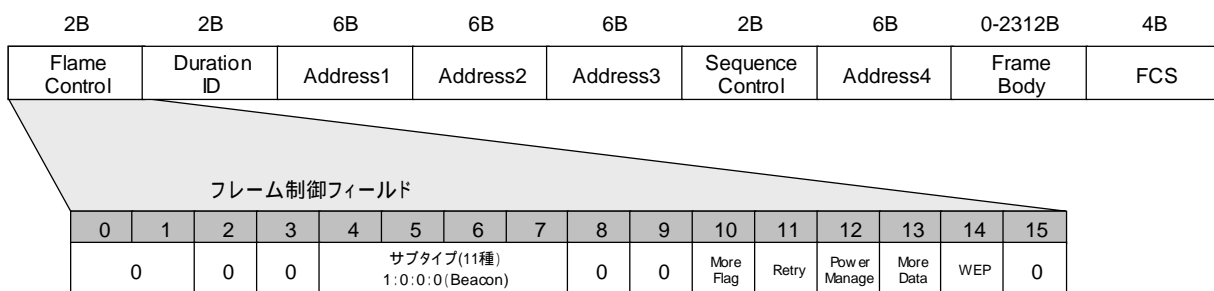


図 付4.1.2 ビーコン・フレームのサブタイプ指定

情報要素の種類はフレーム制御フィールドのサブタイプで指定し、ビーコンは1000 (B4 ~ B7) が割り当てられている。

フレームボディには下表で示される各種情報要素が格納される。

表 付4.1.1 ビーコンの情報要素

No.	情報要素	長さ [オクテット]	内容
1	Time Stamp	8	時刻同期タイマの値 (μ sec)
2	Beacon Interval	2	ビーコン周期 ($K\mu$ sec [1024 μ sec]単位)
3	Capability Information	2	ポーリング、暗号化などを行なうか否かの情報
4	Service Set ID	2-34	ESSまたはIBSSの識別子
5	Supported Rates	3-10	サポートしている伝送レートの一覧
6	FH Parameter Set	7	周波数ホッピング方式のパラメータ
7	DS Parameter Set	3	直接周波数拡散方式のパラメータ (チャンネルを含む)
8	CF Parameter Set	8	PCF (ポーリング方式)のパラメータ
9	IBSS Parameter Set	4	アドホックで用いられる ATIM Window 長 ($K\mu$ sec)
10	TIM	6-256	パワーマネジメント情報

プローブ要求とプローブ応答

上記ビーコン・フレームのほかに、端末局が無線セルの存在を問い合わせるプローブ要求と基地局の応答であるプローブ応答フレームがある。プローブ要求のサブタイプは0100、プローブ応答のサブタイプは0101となっている。それぞれの情報要素を下表に示す。

表 付4.1.2 プローブ要求の情報要素

No.	情報要素	長さ [オクテット]	内容
1	Capability Information	2	ポーリング、暗号化などを行なうか否かの情報
2	Service Set ID	2-34	ESSまたはIBSSの識別子
3	Supported Rates	3-10	サポートしている伝送レートの一覧

表 付4.1.3 プロープ応答の情報要素

No.	情報要素	長さ [オクテット]	内容
1	Time Stamp	8	時刻同期タイマの値 (μ sec)
2	Beacon Interval	2	ビーコン周期 ($K\mu$ sec [1024 μ sec] 単位)
3	Capability Information	2	ポーリング、暗号化などを行なうか否かの情報
4	Service Set ID	2-34	ESS または IBSS の識別子
5	Supported Rates	3-10	サポートしている伝送レートの一覧
6	FH Parameter Set	7	周波数ホッピング方式のパラメータ
7	DS Parameter Set	3	直接周波数拡散方式のパラメータ (チャネルを含む)
8	CF Parameter Set	8	PCF (ポーリング方式) のパラメータ
9	IBSS Parameter Set	4	アドホックで用いられる ATIM Window 長 ($K\mu$ sec)

オーセンティケーション

ビーコンおよびプロープ要求・応答により通信対象が検知された場合、次のステップとして、無線局間での認証が行われる。このときに用いられるフレームがオーセンティケーション・フレームである。

オーセンティケーションのサブタイプは1011、ディオーセンティケーション (認証解除) のサブタイプは1010に割り当てられている (フレーム制御フィールド B4~B7)。

オーセンティケーション・フレームの情報要素は下表のように構成されている。

表 付4.1.4 オーセンティケーション・フレームの情報要素

No.	情報要素	長さ [オクテット]	内容
1	Authentication Algorithm No.	2	認証方式 0: Open System 1: Shared Key
2	Sequence Number	2	認証シーケンスのシーケンス番号
3	Status Code	2	認証の成否、失敗の場合の理由
4	Challenge Text	2-34	シェアードキー方式で使用するチャレンジテキスト

Open System 認証はアドホック・モード、インフラストラクチャ・モードの両モードで必須となっているが、Shared Key 認証はアドホック・モードでは必須になっていない。ただし、アドホック・モードにおいても上記フレームを端末局 (STA) 間でやり取りすることで、Shared Key 認証を行なうことができる。

アドホック・モードでは、基本的にここまでのフレームにより接続を確立することが可能である。(後述) インフラストラクチャ・モードでは端末局 (STA) と基地局 (AP) との間の接続 (アソシエーション) および再接続処

理（リアソシエーション）が用意されている。

アソシエーション

アソシエーションは STA が AP と接続する時の処理である。 STA は AP に対してアソシエーション要求フレームを送信し、AP からステータス・コード success を持つアソシエーション応答が規定時間内に帰ってきた場合に接続に成功したと解釈する。

アソシエーション要求のサブタイプは 0 0 0 0、アソシエーション応答のサブタイプは 0 0 0 1 が割り当てられている。

下表はアソシエーション・フレームの情報要素を示したものである。

表 付4.1.5 アソシエーション要求の情報要素

No.	情報要素	長さ [オクテット]	内容
1	Capability Information	2	ポーリング、暗号化などを行なうか否かの情報
2	Listen Interval	2	STA がパワーセーブモードのときのビーコン受信周期
3	Service Set ID	2-34	ESS または IBSS の識別子
4	Supported Rates	3-10	サポートしている伝送レートの一覧

表 付4.1.6 アソシエーション応答の情報要素

No.	情報要素	長さ [オクテット]	内容
1	Capability Information	2	ポーリング、暗号化などを行なうか否かの情報
2	Status Code	2	接続関係の成否、失敗の場合の理由
3	Association ID (AID)	2	あて先 STA に割り当てる端末識別子 1~2007
4	Supported Rates	3-10	サポートしている伝送レートの一覧

STA は MAC 副層の管理機能から接続要求プリミティブが発行されることをトリガーとして接続処理を開始する。

STA はまず、AP に対してアソシエーション要求フレームを送信し、これを受けた AP は接続可能な場合ステータス・コード success をセットすると同時に AID を割り振り応答する。この際、STA の認証が済んでいない STA からの要求である場合は、ディオーセンティケーション・フレームを返す。

AP からステータス・コード success のアソシエーション応答フレームを受け取った STA は接続が成功したと解釈し、確認応答フレーム (ACK フレーム) を AP に返し通常通信状態になる。

ACK フレームはサブタイプが 1 1 0 1 のフレーム制御フィールド (2 オクテット) とディレーションフィールド (2 オクテット) 受信局アドレス (6 オクテット) および FCS (4 オクテット) からなるフレームである。

AP は STA から ACK フレームを受け取って接続が完了したものとみなす。

リアソシエーション

STA の再接続処理はリアソシエーション要求および応答により行われる。以下はリアソシエーション要求および応答フレームの情報要素を示したものである。

表 付4.1.7 リアソシエーション要求の情報要素

No.	情報要素	長さ [オクテット]	内容
1	Capability Information	2	ポーリング、暗号化などを行なうか否かの情報
2	Listen Interval	2	STA がパワーセーブモードのときのビーコン受信周期
3	Current AP Address	6	ハンドオフ元の基地局の MAC アドレス
4	Service Set ID	2-34	ESS または IBSS の識別子
5	Supported Rates	3-10	サポートしている伝送レートの一覧

表 付4.1.8 リアソシエーション応答の情報要素

No.	情報要素	長さ [オクテット]	内容
1	Capability Information	2	ポーリング、暗号化などを行なうか否かの情報
2	Status Code	2	接続関係の成否、失敗の場合の理由
3	Association ID (AID)	2	あて先 STA に割り当てる端末識別子 1~2007
4	Supported Rates	3-10	サポートしている伝送レートの一覧

2. アドホック・モード接続時の起動と運用

a. ネットワークの検索

アドホック・モードではネットワーク内のすべての STA がビーコンを送信する。各 STA は通信に必要な時刻の同期を受信したビーコンの情報を行なう。

下図はアドホック・モードにおける STA のビーコン送信の様子を図示したものである。

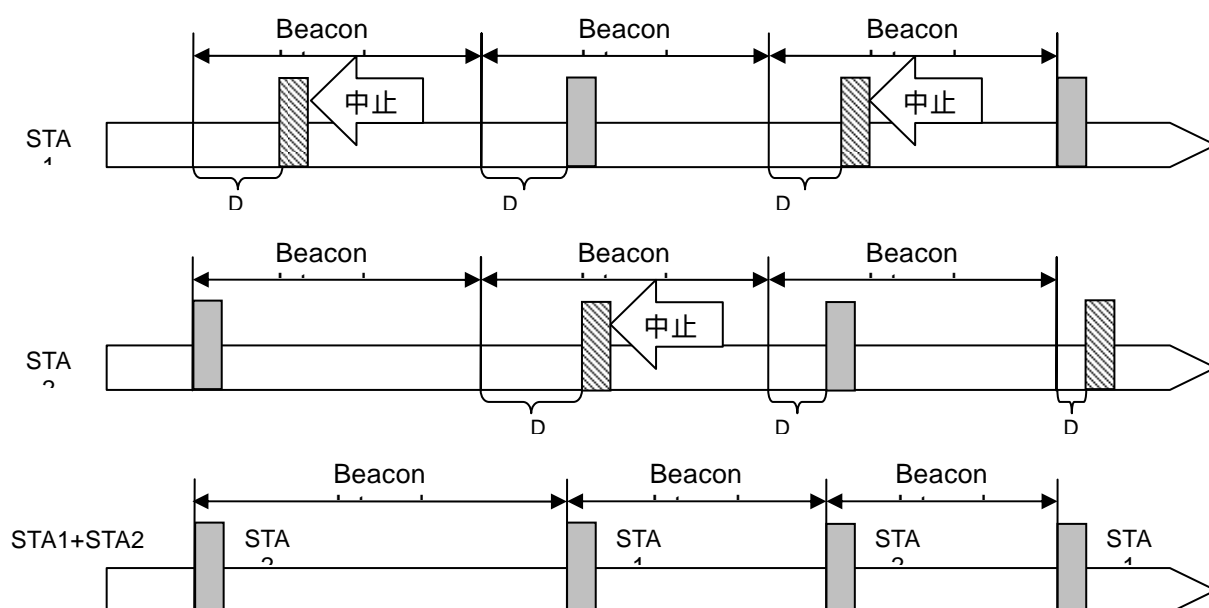


図 付4.1.3 アドホック・モードでのビーコン送信

アドホック・モードにおけるビーコンの送信はすべての STA で自立分散的に行われる。ビーコン周期はビーコン・フレームに含まれるので、そのネットワークに参加する STA は受信したビーコンのビーコン周期を参照し、次のビーコンが送信されるタイミング TBTT (Target Beacon Transmitting Time) を決定し、TBTT を元にして自己のビーコン送信時期を決定する。上図は STA₁ と STA₂ の2つの端末の自立分散的ビーコン送信を概念的に示したものである。

各 STA はビーコンの送信を一定時間遅らせる時間 (D_1) をランダムに決定し、送信機会が来るたびに D_1 を短くしていく。

送信機会から D_1 の間に他のビーコンを受信した場合、その機会におけるビーコンの送信は中止する。

各端末がこのルールを守ることにより、図の STA₁+STA₂ のようなビーコン分布が生成される。

アドホック・モードでは、STA が接続するネットワークを検索するために、パッシブ・スキャンングと呼ばれる方法を取る。

パッシブ・スキャンングでは、STA は他の STA が送信するビーコンをモニターし、そこに含まれる情報要素を元に、接続するネットワークを決定する。

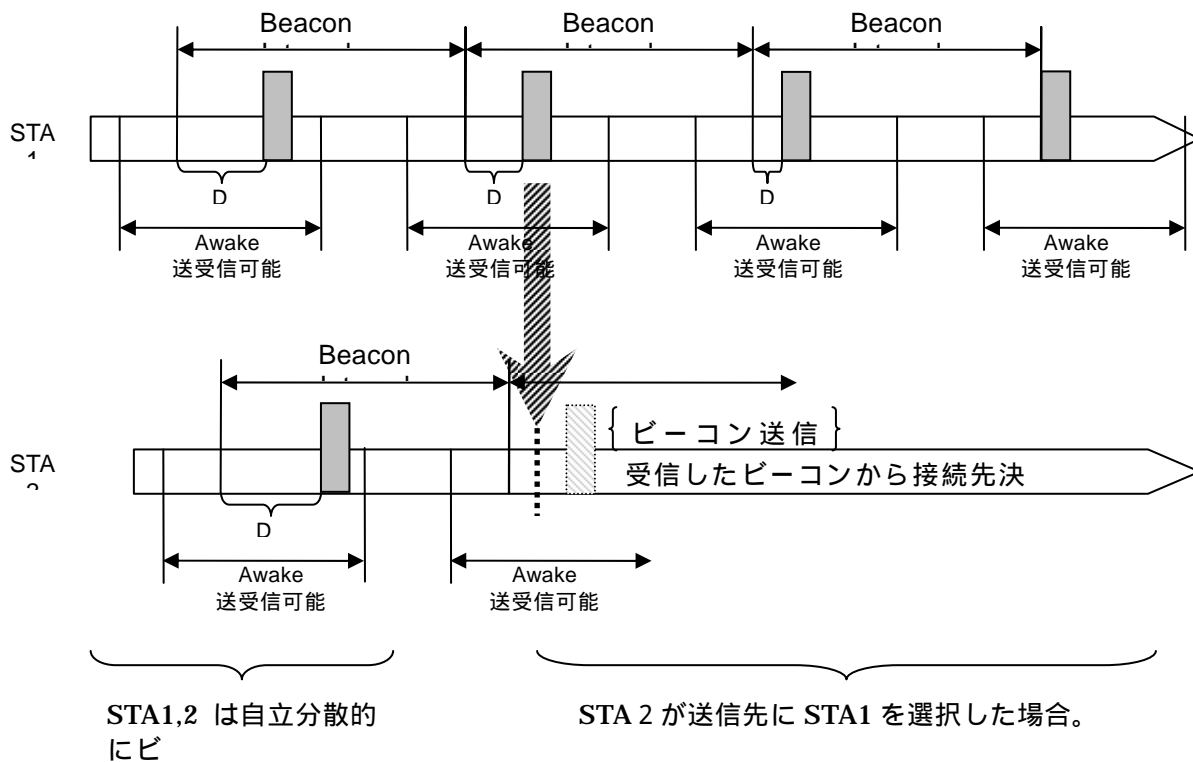


図 付4.1.4 アドホック・モードでのビーコン利用

上図の STA2 は SA1 のビーコン・フレームから自己の送信相手を STA1 に決定した例である。

c. IPv4 アドレスの決定

以上の段階を経て、STA は OSI 基本参照モデルのネットワーク層での処理が可能となる。 ECHONET における IPv4 メディアは IPv4 アドレスの設定手段として DHCP クライアントの実装が推奨されている。

上記アソシエーション完了後、個別下位通信ソフトウェアは STA の MAC アドレスなどをセットした DHCP クライアントメッセージをブロードキャストし DHCP サーバの応答から、IPv4 アドレスを決定する。 一連の DHCP プロトコルに関しては、RFC2131 (旧 RFC1541) に詳細に記されている。

d. アドホック・モードでの再接続

IEEE802.11/11b に限らず、無線方式のメディアの場合、機器が通信圏外に移動することによる通信の切断、あるいは電池節約を目的として電源を切る場合など、頻繁に接続、切断が繰り返される。

アドホック・モードでは AP との間のアソシエーション、リアソシエーションがないため、これまでに記載したビーコンの受信からの処理を繰り返すことになる。

その際、IPv4 アドレスは個別下位通信ソフトウェアの明示的な書き直しがない限り変更されないため、ECHONET の通常停止状態での切断・再接続が可能であるが、STA の休止期間に他の STA が割り込んだ場合、DHCP は以前の IPv4 アドレスと異なるアドレスを割り振ると考えるほうが安全であるため、IPv4 アドレスの再確認、延いては ECHONET MAC アドレスの再確認が必須となる。

その為、第2章「2.7.4 ECHONET MAC アドレス取得シーケンス」に記載された A-MODE での ECHONET MAC アドレスの取得シーケンスを実施することが望ましい。この場合、ECHONET MAC アドレスが変更される可能性があるため、初期化シーケンスを再度実行し、個体識別情報を受け取り、アプリケーションで対応する必要がある。

アプリケーションの都合で、ECHONET MAC アドレスが変更されてはいけない場合は、ECHONET MAC アドレスサーバの管理が必要となる。

以下はアドホック・モードにおける接続・再接続のフローである。

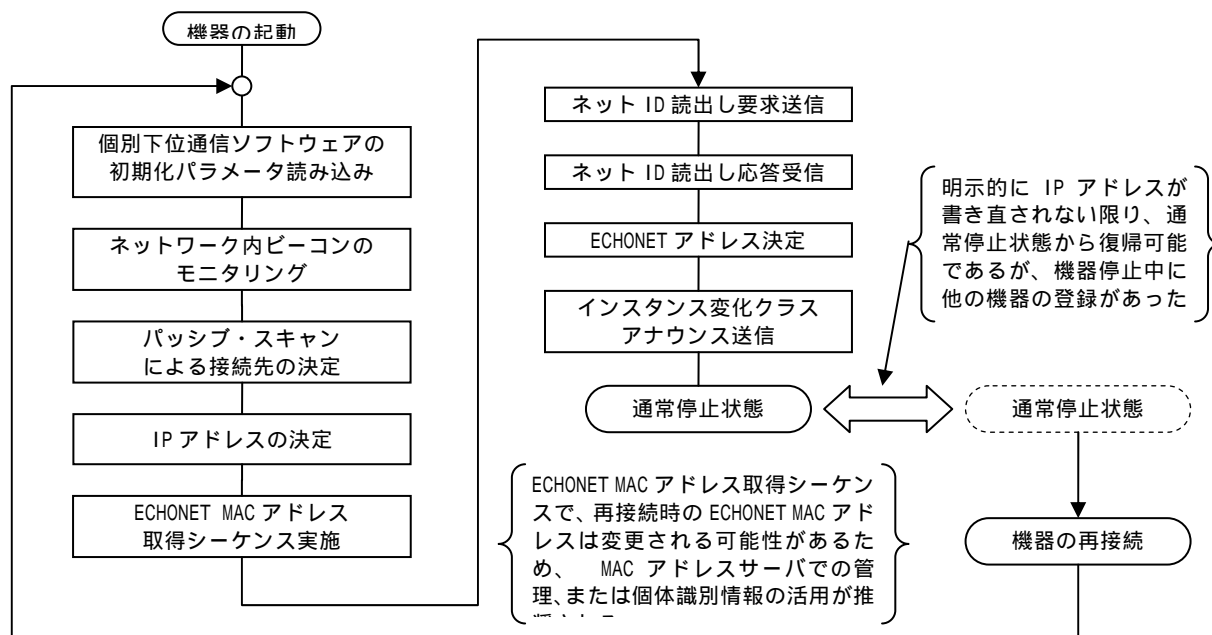


図 付4.1.5 アドホック・モードにおける機器の接続と再接続

3. インフラストラクチャ・モード接続時の起動と運用

a. ビーコンの送信

インフラストラクチャ・モードにおけるビーコンの送信パターンは AP が管理するためアドホック・モードにおけるそれより単純である。

下図は、AP のビーコン・フレームの送信パターンを図示したものである。ビーコンは `dot1BeaconPeriod` というパラメータに設定され基本的には一定周期で送信されるが、通常の CSMA/CA 手順で送信されるので、他の送信フレームがある場合には送信タイミングは遅れることになる。

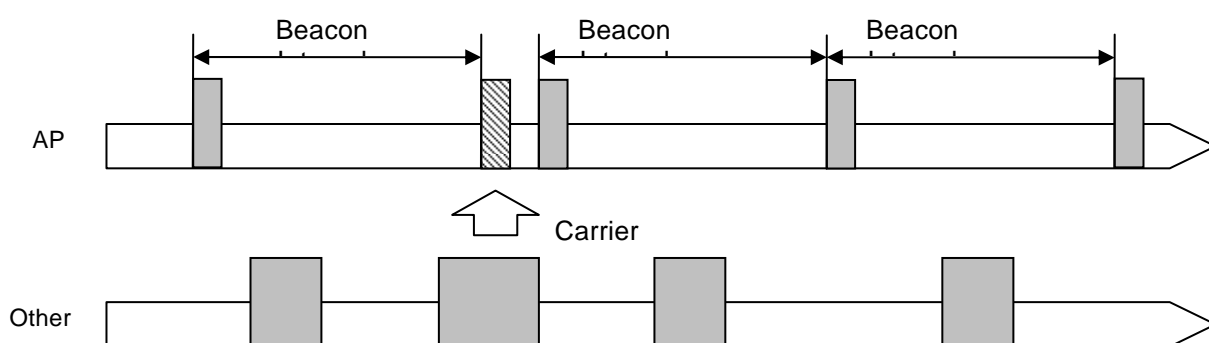


図 付4.1.6 インフラストラクチャ・モードのビーコン送信

AP は送信するビーコン・フレームまたはプローブ応答・フレームにビーコン周期を設定することにより、STA に通知する。STA はその情報要素を元に AP に対してプローブ要求を送信し、オーセンティケーション、アソシエーションを実施してネットワーク接続を完了する。

b. ネットワークの検索

インフラストラクチャ・モードにおけるネットワークの検索は、AP との間にプローブ要求/応答フレームを交換する事によって行なう、アクティブ・スキヤニングにより行なわれる。

STA は利用可能なチャンネルの全てにプローブ要求フレームをブロードキャストで送信する。接続すべきネットワークが決まっている場合にはそのネットワークの識別 ID である、SSID をプローブ要求フレームにセットして送信し、規定の時間応答を待つ。

STA は、最小チャンネル監視時間内にプローブ応答が無ければ、次のチャンネルに要求を送信し、応答があった場合は最大チャンネル監視時間に達するまで待つから、受信したプローブ応答の処理を実施する。

一方、プローブ要求フレームを受信した AP は、要求に含まれる SSID が自身が管理する SSID かまたはブロードキャスト SSID の時のみ、送信元に対してプローブ応答フレームを返す。

c. オーセンティケーション(Authentication)

ネットワークの検索に成功した STA は、次の処理として認証シーケンス(オーセンティケーション)を実行する。

IEEE802.11 標準規格での認証は、共通鍵認証とオープンシステム認証の2種類がある。

下図は共通鍵認証とオープンシステム認証のシーケンスを示したものである。

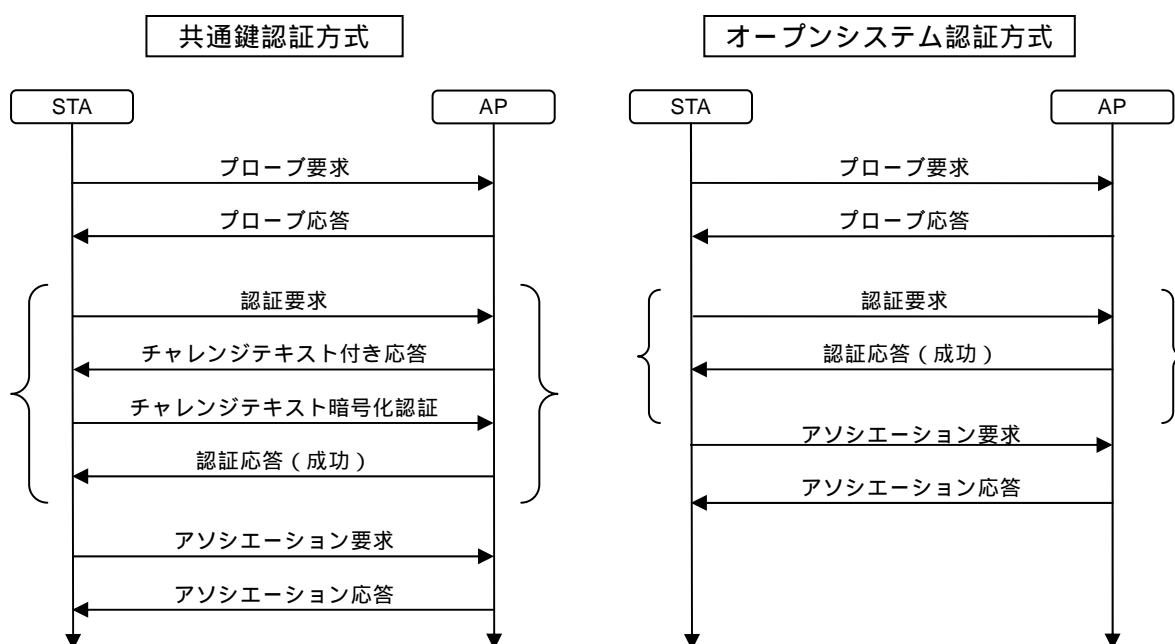


図 付4.1.7 IEEE802.11 の認証方式

共通鍵認証方式では、認証要求を受けた AP はチャレンジテキストをセットしたオーセンティケーション・フレームを STA に送信する。STA は受け取ったチャレンジテキストを暗号化して AP に送り返す。AP は暗号化されて帰ってきたチャレンジテキストを共通鍵で複合し、複合が成功すれば正しい相手であると判断してステータス・コードに認証成功をセットして STA に送信する。

一方、オープンシステム認証は認証要求に対して即座に(チャレンジテキストを送信するが、その応答を待たない)認証応答を返し、全ての STA を認証する。

d. アソシエーション(Association)

認証が終了した STA は次に、アソシエーション要求フレームを AP に対して送信する。

次の図は STA と AP でのアソシエーション・シーケンスを示したものである。

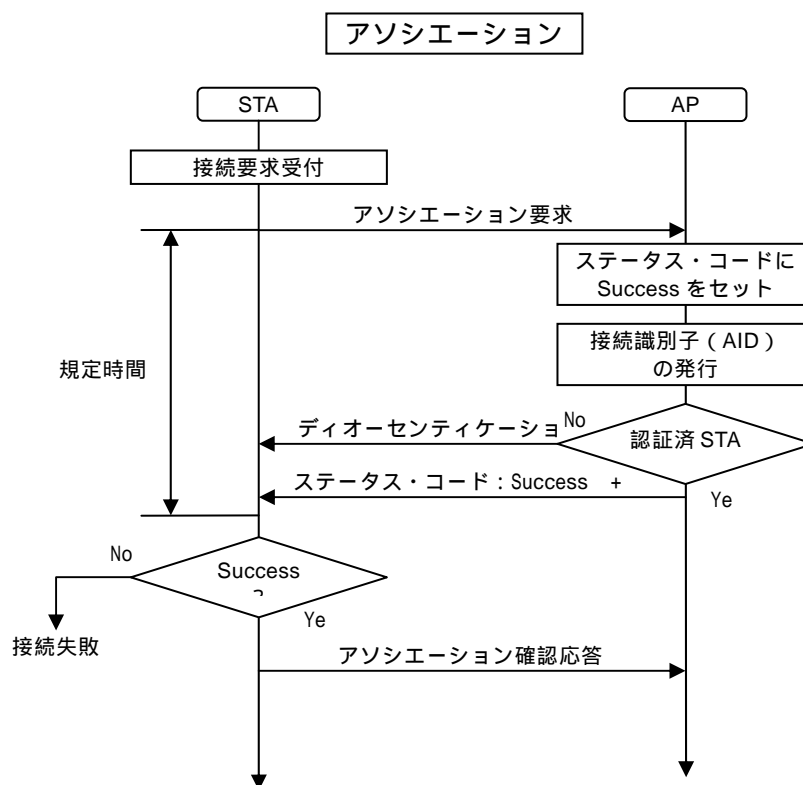


図 付4.1.8 アソシエーション・シーケンス

STA は認証を行った AP に対してアソシエーション要求フレームを送信する。アソシエーション要求を受け取った AP は STA が認証を行った STA であれば、ステータス・コードに Success をセットし、AID (Association ID) を付与してアソシエーション応答を返す。STA が認証されていない場合は、ディオーセンティケーション (Deauthentication) フレームを STA に返す。

Success コードがセットされたアソシエーション応答を受け取った STA は接続に成功したと解釈し、確認応答として ACK フレームを AP に送信する。

応答フレームがアソシエーション応答以外のものであったり、規定時間内に帰ってこなかった場合は、接続に失敗したものとみなし、ステータス・コードに基づいて代替処理を実行する。(再認証など)

以上の操作で、ネットワークへの接続が完了したので、IPv4 アドレスの決定、ECHONET MAC アドレス取得シーケンスを経て通常の ECHONET ノード立ち上げシーケンスに遷移する。

e. リアソシエーション(Reassociation)

リアソシエーションとは STA がハンドオーバーしたときや、通信圏内から出入りしたときに実施される再接続処理のことである。

以下は、リアソシエーションのシーケンスを示したものである。

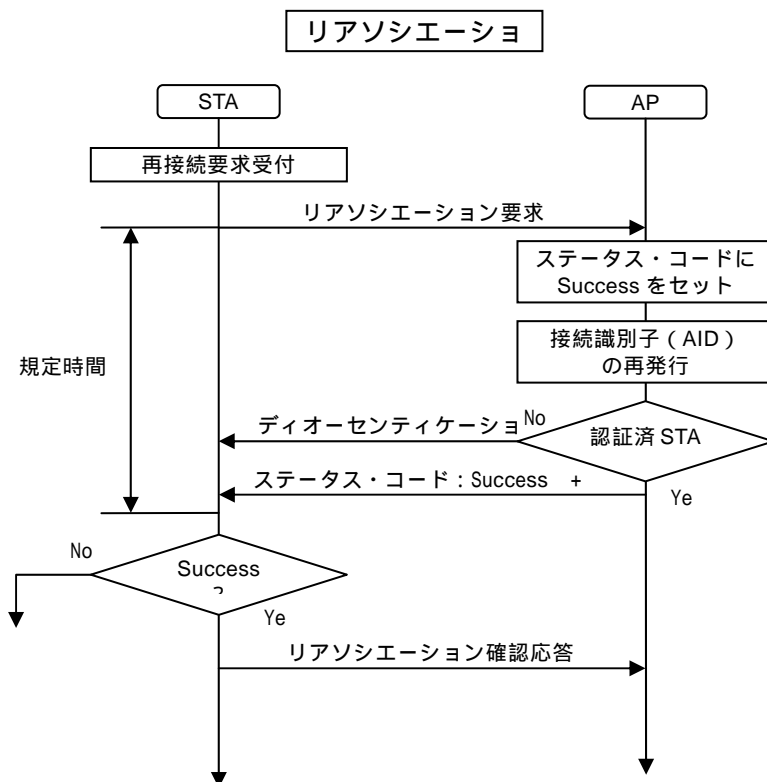


図 付4.1.9 リアソシエーション・シーケンス

基本的なシーケンスはアソシエーションとまったく同じであるが、リアソシエーション要求フレームにはハンドオフ元（または通信圏外離脱時の）の基地局の MAC アドレスがセットされているので、基地局はこの MAC アドレスが自己と同じかどうかを確認することが出来る。

AP はハンドオフ元 MAC アドレスを確認して、AID の再発行時に以前の AID 発行することも可能であるが、これは IEEE802.11 では規定されていない。

以上のように再接続が完了した場合、明示的に IPv4 アドレスを書き直さない限り、以前の IPv4 アドレスが使用されることはアドホック・モードと同じである。

したがって、再接続時のフローも、「図 付4.1.5 アドホック・モードにおける機器の接続と再接続」と同じである。

4. ECHONET MAC アドレス取得シーケンス

IEEE802.11/11b での ECHONET MAC アドレス取得は第2章の「7.7.4 ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンス」に従う。

第2章で規定されている各種 UDP パケットは Bluetooth®/IPv4 に限定されるものではなく、IPv4 ネットワークを介するメディアで共通に使用される。

「4.9.1 通信モデル」の4)「IPv4 メディア共通の収容規定」で示したように、IPv4 メディアにおける ECHONET サブネットとは「レイヤ2ブリッジで接続された異なる ECHONET/IPv4 メディアの集合」と定義している。

このため、例えば Bluetooth®搭載 ECHONET ノードと IEEE802.11/11b 搭載 ECHONET ノードが同一の ECHONET サブネットに所属することがありえる。

したがって、「ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンス」においては異なる IPv4 メディア間での ECHONET MAC アドレスの一意性が保証されるシーケンスが必要となる。

ただし、上記した2つのメディアが IP ルータを介して接続された場合、すなわち両者が異なる IPv4 サブネットに存在する場合は、「4.9.1 通信モデル」の4)「IPv4 メディア共通の収容規定」の第2項が適用され、異なる ECHONET サブネットに所属することになり両者の ECHONET MAC アドレスの重複を考慮する必要が無くなる。

いずれの場合においても、ECHONET ノードの最大数の制限を受けるため、IPv4 アドレスはクラス C で必要十分ということになる。

本シナリオではこのような観点から ECHONET ノードがクラス C の IPv4 ネットワークに接続されて DHCP により一意のホストアドレスを取得済みであり、起動モード A-MODE (第2章 2.7.4 参照)にて ECHONET MAC アドレスの取得を開始するところから始める。

a. 唯一つの機器の ECHONET MAC アドレス取得

まず、何も無い状態から唯一つの ECHONET 機器が起動したところから始める。

このときの機器の IPv4 アドレスは ECHONET 機器ではない DHCP サーバ機能のある IPv4 ネットワーク機器から任意に取得したものとする。(マニュアル設定でも結果は同じである)

この場合、ECHONET MAC アドレス取得立ち上げシーケンスは以下のようになる。

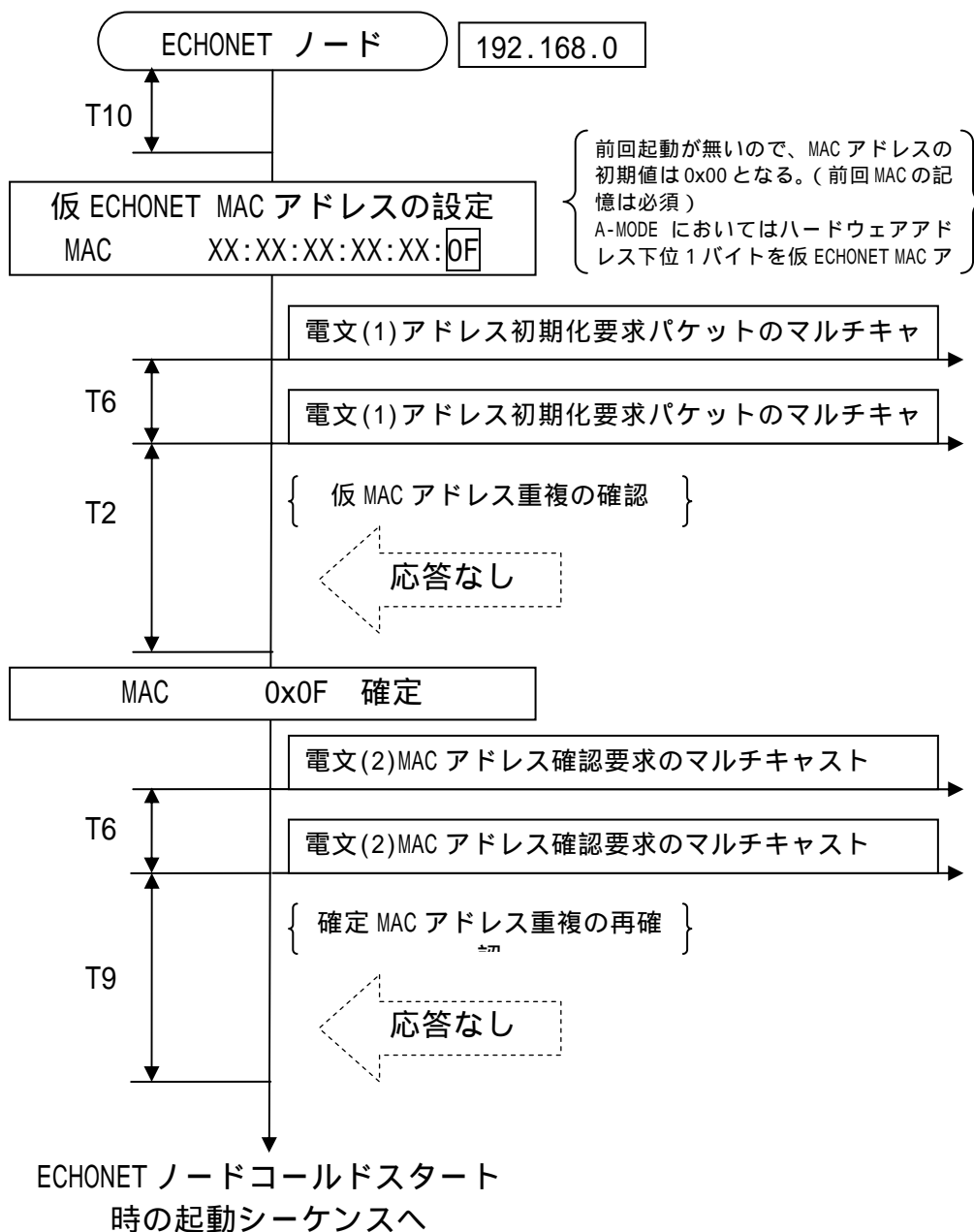


図 付 4 . 1 . 10 ECHONET MAC アドレス取得シーケンス (1)

表 付4.1.9 ECHONET MAC アドレス取得シーケンス (1)

電文 (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Version に 0x01 をセット • Type に 0x07 をセット • Flag に 0x00 をセット • RMAC に仮 ECHONET MAC アドレス (図では 0x0F) をセット • RIPv4 に 0xCOA80001 をセット (IPv4 アドレスの HEX 表記) • RHType に 0x06 をセット (IEEE802.11 準拠ハードウェア) • RHLen に 0x06 をセット (MAC アドレスサイズ) • RHAddr に通信メディアの MAC アドレス (6 バイト) をセット 詳細は第2章 2.7.2 パケットフォーマットを参照
電文 (2)	<ul style="list-style-type: none"> • Version に 0x01 をセット • Type に 0x0B をセット • RMAC に仮 ECHONET MAC アドレスをセット (図では 0x0F) • RIPv4 に 0xCOA80001 をセット • RHType に 0x06 をセット • RHLen に 0x06 をセット • RHAddr に通信メディアの MAC アドレス (6 バイト) をセット 詳細は第2章 2.7.2 パケットフォーマットを参照
T2	• 3.0sec 第2章 2.7.6 参照
T6	• 100msec 以下 第2章 2.7.6 参照
T9	• 3.0sec 第2章 2.7.6 参照
T10	• 0 ~ 100msec (乱数) 第2章 2.7.6 参照

はじめて起動する ECHONET ノードは IPv4 アドレス確定後 T10 (0 ~ 100 msec のランダムな時間) だけ待機し仮の ECHONET MAC アドレスを決定する。A-MODE では仮 ECHONET MAC アドレスの初期値はハードウェアアドレス (MAC) の下位 1 バイトを用いることが義務付けられている。

仮 ECHONET MAC アドレスが決定した後は、第2章 2.7.4 の (C) の 3 . に従って、ECHONET MAC アドレス初期化要求パケットをマルチキャストする。

このシーンでは他の ECHONET ノードは存在しないため、タイムアウトとなり、その間に帰ってくる ECHONET MAC アドレス初期化応答パケットも無いため、仮 ECHONET MAC アドレスが即座に ECHONET MAC アドレスとして確定する。

その後タイミングによっては、ほぼ同時期に同一 ECHONET MAC が他のノードで採番される可能性が在るため、第2章 2.7.4 の (C) の 8 . に従って再度確認用のパケットを送信する。この場合も、このシーンに限った場合は応答がないため、T9 時間後に正式に ECHONET MAC アドレスが確定し、通常の ECHONET ノードコールドスタート時の起動シーケンスに移行する。

b. 機器の追加

- a. と同一条件の機器が追加された場合、先に稼働しているノードから ECHONET MAC アドレス初期化応答パッケージが返される。以下はその代表的なシーケンスである。詳細なシーケンスについては第2章7.7.4を参照されたい。

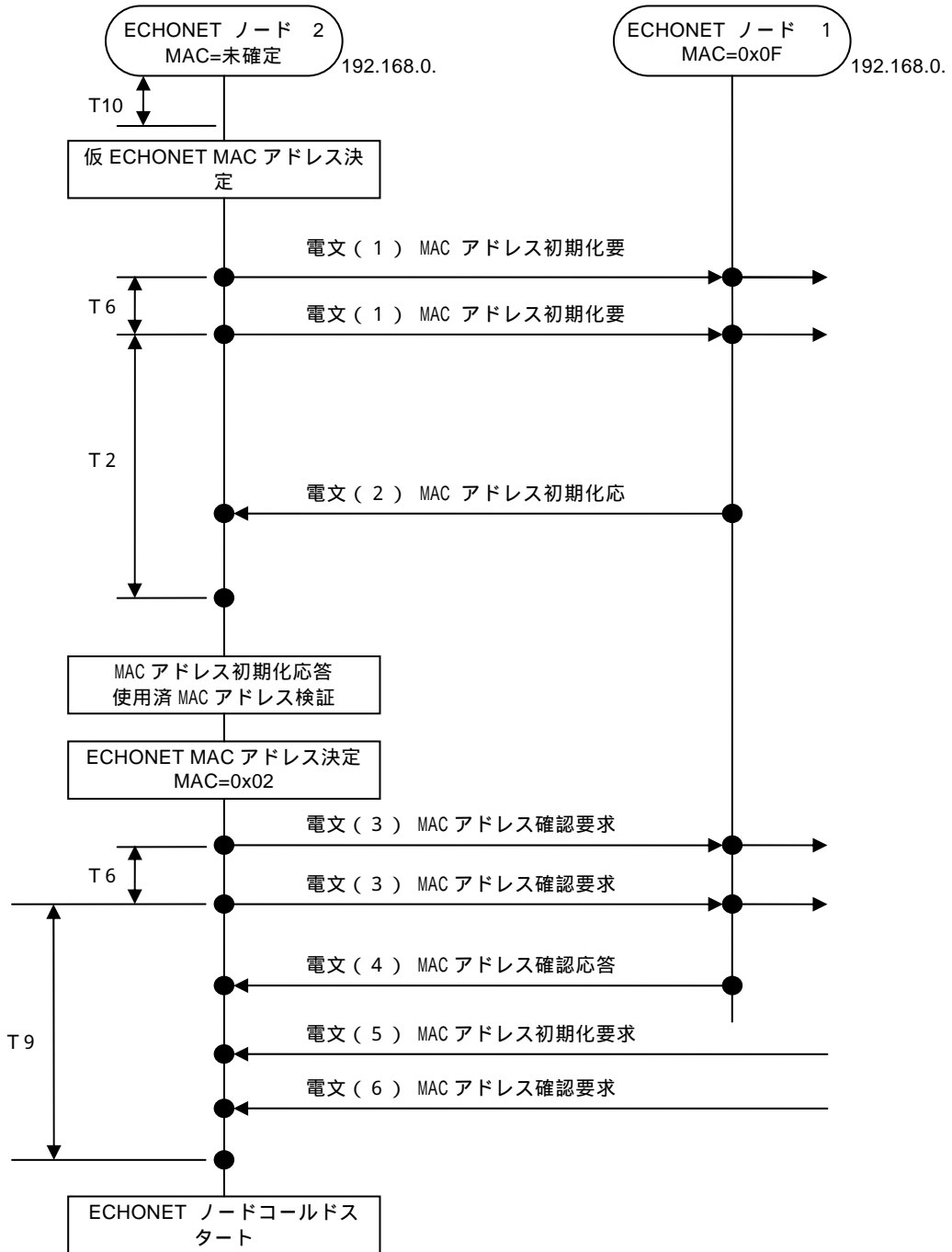


図 付4.1.11 ECHONET MAC アドレス取得シーケンス(2)

表 付 4 . 1 . 10 ECHONET MAC アドレス取得シーケンス (2)

電文 (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Version に 0x01 をセット • Type に 0x07 をセット • Flag に 0x00 をセット • RMAC に仮 ECHONET MAC アドレス (図では 0x02) をセット • RIPAddr に 0xC0A80002 をセット (IPv4 アドレスの HEX 表記) • RHType に 0x06 をセット (IEEE802.11 準拠ハードウェア) • RHLen に 0x06 をセット (MAC アドレスサイズ) • RHAddr に通信メディアの MAC アドレス (6 バイト) をセット 詳細は第2章 2.7.2 パケットフォーマットを参照
電文 (2)	<ul style="list-style-type: none"> • Version に 0x01 がセットされている • Type に 0x08 がセットされている • Flag に 0x00 がセットされている (マスタルータのみ 0x01) • TMAC に応答側ノードの ECHONET MAC アドレス (図では 0x0F) がセットされている • TIPAddr に 0xC0A80001 がセットされている • THType に 0x06 がセットされている • THLen に 0x06 がセットされている • THAddr に応答側通信メディアの MAC アドレス (6 バイト) がセットされている 詳細は第2章 2.7.2 パケットフォーマットを参照
電文 (3)	<ul style="list-style-type: none"> • Version に 0x01 をセット • Type に 0x0B をセット • RMAC に仮 ECHONET MAC アドレスをセット (図では 0x02) • RIPAddr に 0xC0A80002 をセット • RHType に 0x06 をセット • RHLen に 0x06 をセット • RHAddr に通信メディアの MAC アドレス (6 バイト) をセット 詳細は第2章 2.7.2 パケットフォーマットを参照
電文 (4)	<ul style="list-style-type: none"> • Version に 0x01 がセットされている • Type に 0x0C がセットされている • Flag に 0x00 がセットされている (マスタルータのみ 0x01) • TMAC に応答側ノードの ECHONET MAC アドレス (図では 0x0F) がセットされている • TIPAddr に 0xC0A80001 がセットされている • THType に 0x06 がセットされている • THLen に 0x06 がセットされている • THAddr に応答側通信メディアの MAC アドレス (6 バイト) がセットされている 詳細は第2章 2.7.2 パケットフォーマットを参照
電文 (5)	電文 (1) と同じフォーマットの他のノードからのパケット
電文 (6)	電文 (3) と同じフォーマットの他のノードからのパケット
T2	• 3.0sec 第2章 2.7.6 参照
T6	• 100msec 以下 第2章 2.7.6 参照
T9	• 3.0sec 第2章 2.7.6 参照
T10	• 0 ~ 100msec (乱数) 第2章 2.7.6 参照

新規 ECHONET ノードの追加時に、他のノードが既にドメインに存在する場合は、ECHONET MAC アドレス初期化要求のマルチキャスト後、そのすべてのノードから ECHONET MAC アドレス初期化応答が帰ってくる。

ドメインに参加しようとするノードは T2 時間内に返される応答をすべて監視し ECHONET MAC アドレスの重複がないかをチェックする必要がある。

この時に判断基準としては、第2章2.7.4の(ii)の7に記載されている以下の条件を用いる。

- (a) サブネットで使用されている ECHONET MAC アドレスの何れかに、仮 ECHONET MAC が一致する場合。
- (b) 受信した ECHONET MAC アドレス初期化要求パケットに含まれる仮 ECHONET MAC アドレスが自己の仮 ECHONET MAC アドレスと一致する場合。
- (c) 受信した ECHONET MAC アドレス確認要求パケットに含まれる仮 ECHONET MAC アドレスが自己の仮 ECHONET MAC アドレスと一致する場合。

このシーンでは、上記3条件の何れとも一致することはないので、T2 時間後に仮 ECHONET MAC アドレスが自己の ECHONET MAC アドレスとして決定する。

その後タイミングによっては、ほぼ同時期に同一 ECHONET MAC が他のノードで採番される可能性が在るため、第2章2.7.4の(C)の8に従って再度確認用のパケットを送信し、上記3条件に一致する応答、または要求パケットがないかを確認する。

このシーンでは、ECHONET ノード1からの ECHONET MAC アドレス確認応答(電文4)が返されるが、上記3条件と一致しないため、仮 ECHONET MAC アドレスが ECHONET ノード2の ECHONET MAC アドレスとして確定し、通常の ECHONET ノードコールドスタート時の起動シーケンスに移行する。

上記 T2 および T9 の間に上記3条件に一致するパケットを受信した場合は、仮 ECHONET MAC アドレスの再発行を行い、ECHONET MAC アドレス確認要求パケットをマルチキャストし、ECHONET MAC アドレスの重複確認を繰り返す。この場合の具体的な仮 ECHONET MAC アドレス変更方法に関しては、第2章2.7.4の(ii)の8に詳しく記載されているのでそれを参照のこと。また、ECHONET MAC アドレスの取得に関しては、上記 a.b.のシーンが最も単純なシーケンスとなっている。その他に台数が増えた場合や、ほぼ同時期に2つのノードが立ち上がる時等、より複雑な動作に関しては、第2章を参照されたい。

付録 4 . 2 IEEE802.11/11b 伝送メディア規格、運用の基本思想

IEEE802.11/11b は ARIB STD-T66 が定義するところの「第二世代小電力データ通信システムの無線局」に属しており、その運用に関しては「ARIB STD-T66、参考2 第二世代小電力データ通信システム無線局の運用の手引き」に準ずるものとする。

ISM 周波数帯を利用する機器には、IEEE802.11/11b、Bluetooth®、電子レンジ、一般医療用機器等があり、一般に無免許で利用できる事から、相互の干渉等により機能異常が発生しないよう上記の「運用指針」が規定されている。

ECHONET 規格はネットワークで接続された家電機器、設備機器等の制御機能の、異なるメーカーやベンダー、あるいは機種間での相互接続性を高める事を目的として規定されているものであり、ISM 帯機器との相互干渉による障害等をカバーするものではない。

従って、伝送メディアとして IEEE802.11/11b を利用する場合は、上記した標準規格を電波産業会より入手し、その「運用の手引き」に厳格に従うことを推奨する。

また、電子レンジ、IH 機器、一般高周波治療機器などによる通信機能の低下や Bluetooth 伝送メディアとの相互干渉による通信機能の低下などに関しても、ECHONET 規格として保証するものではない。これらは、個々の性能に関するものであり、あくまで製造者の責任範囲において、アプリケーションレベルで回避されるべきものである。