

ECHONET Lite 向けホームネットワーク通信インタフェース(広帯域 Wavelet OFDM PLC (「HD-PLC」))

I. <概要>

本標準は、ホームネットワークの通信プロトコルのうち、ECHONET Lite の下位レイヤーを構成する広帯域 Wavelet OFDM PLC (「HD-PLC」)の物理層(PHY)及びメディアアクセス層(MAC)における仕様を規定した文書である。

II. <参考>

1. 国際勧告等との関係

- ・本標準は、HD-PLCが規定する広帯域PLC仕様を原標準としており、同仕様は、IEEE 1901の作業部会に提案され、IEEE 1901-2010におけるWavelet OFDM PLC方式として認定されたものである。
- ・本標準に規定する共存方式は、IEEE 1901-2010の必須仕様として規定されており、ITU-T G.9972が規定する共存仕様とも同一の仕様である。なお、本共存仕様の同一性に関しては、米国 NIST IR 7862にて勧告化されている。

2. 国際勧告等との相互接続性等

本標準と IEEE 1901-2010 を実装した機器の相互接続性は、HD-PLC アライアンスが確証する。

HD-PLC アライアンスは、IEEE 標準化委員会のメンバー団体であり、本標準に関して同委員会と TTC との連携の窓口を担う。

3. 関連する TTC 標準

JJ-300.21 : ECHONET Lite 向けホームネットワーク通信インタフェース (広帯域 Wavelet OFDM PLC (「HD-PLC」) 省電力化用拡張機能)

4. 改定の履歴

版数	改定日	改定内容
1	2013年11月14日	制定

5. 標準作成部門

第1版: 次世代ホームネットワークシステム専門委員会

Ⅲ. <目次>

目次

<参考>	10
1	11
1.1	11
1.2	11
2	12
3	13
4	18
5	21
5.1	21
5.1.1	21
5.1.2	21
5.1.3	21
5.2	23
5.2.1	23
5.2.2	23
5.2.3	24
5.3	24
5.3.1	25
5.3.2	25
5.3.3	25
5.3.4	25
5.3.5	26
5.4	26
5.5	26

6	MAC サービスの定義.....	27
7	フレームフォーマット.....	28
7.1	MAC フレームフォーマット.....	28
7.1.1	規定.....	28
7.1.2	一般的なフレームフォーマット.....	29
7.1.3	フレームフィールド.....	30
7.1.4	サブフレーム内部の連結フォーマット.....	37
7.2	個別のフレームタイプのフォーマット.....	39
7.2.1	データフレーム.....	39
7.2.2	ビーコン フレーム.....	43
7.2.3	ACK フレーム.....	57
7.2.4	チャンネルエスティメーション要求フレーム.....	58
7.2.5	チャンネルエスティメーション応答フレーム.....	60
7.2.6	管理フレーム.....	64
7.3	管理情報.....	65
7.3.1	認証メッセージ.....	67
7.3.2	チャンネルエスティメーションメッセージ.....	72
7.3.3	NEK アップデート メッセージ.....	72
7.3.4	ISP 情報通知.....	74
7.3.5	ベンダー固有メッセージ.....	81
8	セキュリティ.....	83
8.1	概要.....	83
8.1.1	セキュリティ方法.....	83
8.2	暗号鍵と Nonce.....	83
8.2.1	ペアワイズ鍵(PWK).....	83
8.2.2	ペアワイズ パスワード(PPW).....	84
8.2.3	ネットワーク暗号鍵.....	84
8.2.4	ネットワーク暗号パスワード.....	84
8.2.5	Nonce.....	84
8.3	ペアワイズセキュリティネットワーク (PSN) データ機密性プロトコル.....	84

8.3.1	PSN association (PSNA) CBC 概要	85
8.3.2	データボディ暗号化ビットオーダー	85
8.3.3	初期化ベクトル生成とビットオーダー	85
8.3.4	PSNA CBC サブフレームフォーマット	86
8.3.5	PSNA CBC モードの暗号のカプセル化	86
8.4	共有鍵 PSNA	90
8.4.1	概要	90
8.4.2	暗号鍵と Nonce	90
8.4.3	PWK の共有方法	91
8.4.4	認証方法	92
8.4.5	ペイロード暗号化	93
8.4.6	STA の認証解除	94
8.4.7	ネットワーク暗号鍵の更新	94
8.5	ペイロード暗号化	96
8.5.1	暗号化アルゴリズム	96
8.5.2	ネットワーク暗号鍵インデックス	96
8.5.3	暗号化されたペイロードメッセージ	96
9	MAC サブレイヤー機能	98
9.1	MAC アーキテクチャー	98
9.1.1	衝突回避キャリアセンス多重アクセス(CSMA/CA)	98
9.1.2	連結とフラグメンテーション概要	98
9.2	プライオリティ CSMA/CA に基づく IFS	98
9.2.1	インター フレーム スペース(Inter-frame space : IFS)	99
9.2.2	キャリア センス メカニズム	99
9.2.3	メディア アクセス メカニズム	100
9.2.4	ACK (Acknowledgments)	101
9.2.5	NAV	102
9.2.6	衝突(collisions)	103
9.2.7	CSMA/CA アクセス手順	103
9.2.8	優先制御を備えた CSMA/CA	107
9.3	DVTP	110
9.3.1	基本的なアクセス構造	110

9.3.2	ACK (Acknowledgments).....	111
9.3.3	NAV.....	112
9.3.4	ランダムバックオフ.....	113
9.3.5	調停制御 (Arbitration Control)	114
9.3.6	端末 ID (Station ID :STID) 管理.....	116
9.3.7	プライオリティ.....	117
9.4	連結 (Concatenation).....	118
9.4.1	サブフレーム連結.....	118
9.4.2	アグリゲーション型のデータボディフォーマット.....	119
9.4.3	シングル MSDU のデータボディフォーマット.....	120
9.5	信頼性があるフレーム伝送.....	121
9.5.1	シーケンス番号.....	121
9.5.2	ACK フレーム応答.....	121
9.5.3	再送.....	121
9.6	双方向送信 (Bidirectional Transmission)	123
9.7	順序制御機能.....	125
9.7.1	順序制御: Reorder あり.....	125
9.7.2	順序制御: Reorder なし.....	125
9.7.3	重複チェック.....	126
9.8	リンクステータス機能.....	126
9.9	ブロードキャスト・マルチキャスト通信.....	127
9.9.1	多重送信機能.....	127
9.9.2	ユニキャスト変換機能.....	128
9.10	チャンネルエスティメーション機能.....	130
9.10.1	基本手順.....	130
9.10.2	トーンマップの開放.....	130
9.10.3	実行基準.....	131
9.10.4	チャンネルエスティメーション実施制限 (Informative).....	131
9.11	複数ネットワーク管理.....	131
9.11.1	隣家ネットワーク間の同期.....	131
9.11.2	BSS 間のビーコン同期.....	133

9.12	Class capability 情報による機能 Switching.....	135
9.12.1	概要.....	135
9.12.2	Class-1, 2, and class-3 Capabilities.....	137
9.12.3	Class-4 機能.....	140
10	レイヤー管理.....	141
10.1	管理モデルの概要.....	141
10.2	MLME SAP インタフェース.....	142
10.3	PLME SAP インタフェース.....	142
11	MLME.....	143
11.1	BSS システム.....	143
11.1.1	同期.....	143
11.1.2	BSS でのビーコン生成.....	143
11.1.3	スキャン.....	144
11.1.4	ビーコン受信.....	145
11.2	端末登録および認証.....	146
11.2.1	端末登録.....	146
11.2.2	端末認証手順.....	146
11.2.3	認証解除手順.....	150
11.3	同期.....	154
11.3.1	NTB 同期の維持.....	154
11.3.2	精度.....	155
11.4	パワーマネジメント.....	155
12	PHY サービス仕様.....	156
12.1	スコープ.....	156
12.2	PHY サービス.....	156
12.3	PHY プリミティブ.....	156
12.3.1	概要.....	156

12.3.2	Vector	157
12.3.3	PHY-SAP 詳細機能仕様	159
13	WAVELET OFDM PHY レイヤー	172
13.1	Wavelet OFDM システム	172
13.1.1	特徴	172
13.1.2	PHY 機能	172
13.2	特定の機能パラメータリスト	174
13.2.1	イントロダクション	174
13.2.2	TXVECTOR パラメータ	174
13.2.3	RXVECTOR パラメータ	175
13.3	PLCP サブレイヤー	177
13.3.1	イントロダクション	177
13.3.2	PLCP フレームフォーマット	177
13.4	PHY エンコーダ	181
13.4.1	RCE フレームのジェネレータ	181
13.4.2	スクランブラ (Scrambler)	181
13.4.3	接続エンコーダ	182
13.4.4	低密度パリティ検査多項式によって定義された畳み込み符号	184
13.4.5	Wavelet OFDM	190
13.5	PMD	220
13.5.1	送信機と受信機のブロック図	220
13.5.2	主な仕様	222
13.5.3	相対的な送信パワーレベル	222
13.5.4	送信スペクトラム	222
13.5.5	ノッチ及びパワーコントロール	226
13.5.6	システムクロック周波数許容誤差	229
13.6	PLME	230
13.6.1	PLME_SAP サブレイヤー管理プリミティブ	230
13.6.2	PHY MIB	230
13.6.3	TXTIME 計算	231
13.7	PMD サブレイヤー機能	233

13.7.1	適用範囲	233
13.7.2	機能概要	233
13.7.3	インタラクション概要	233
13.7.4	基本機能とオプション	233
13.7.5	PMD_SAP 詳細機能仕様	235
14	INTER SYSTEM PROTOCOL (ISP)	240
14.1	ISP 概要	240
14.1.1	共存信号	240
14.1.2	ネットワーク状態	240
14.1.3	リソース 割り当て	240
14.1.4	起動と再同期手続き	241
14.1.5	パワーコントロール	241
14.2	共存信号定義	241
14.2.1	信号生成	242
14.2.2	位相ベクトル	244
14.2.3	Power sync point	246
14.3	共存信号スキーム	247
14.3.1	ISP Window	247
14.3.2	ISP Field	248
14.3.3	ネットワーク状態	251
14.4	共存リソース	252
14.4.1	ISP 共存リソース	252
14.4.2	パラメータ	253
14.4.3	ISP FDM/TDM モード	255
14.5	ISP リソース割り当て	255
14.5.1	Access システム用の TDM リソース 割り当て ガイドライン	255
14.5.2	一般的な TDM リソース 割り当て ガイドライン	255
14.6	起動とリシンク(再同期)手順	256
14.6.1	起動手順	256
14.6.2	ISP リシンク(再同期)手順	258
14.7	ISP EMI コントロール手順	260

14.8	ISP タイムスロット再利用	260
14.9	一般的な管理メッセージ	260
14.9.1	状態表示メッセージ	260
14.9.2	再同期メッセージ	262
14.10	信号の送信および検出	263
14.10.1	信号送信	263
14.10.2	信号検出	264
ANNEX A	ブリッジ	265
A.1	ブリッジネットワーク	265
A.2	ブリッジ操作	265
A.3	送信先テーブル作成手順例	266
ANNEX B	リモートコントロール	268
B.1	機能	268
B.2	フレームフォーマット	268
B.2.1	リモートコントロール要求メッセージ	268
B.2.2	リモートコントロール応答メッセージ	269
ANNEX C	簡単設定	271
C.1	機能	271
C.1.1	登録	271
C.1.2	認証	272
C.2	フレームフォーマット	273
C.2.1	簡単設定メッセージ	273

Home network Communication Interface for ECHONET Lite (Broadband Wavelet OFDM PLC (HD-PLC))

I . <Overview>

This standard specifies the broadband over power line communication protocol (PLC) for ECHONET Lite. This specification which is called HD-PLC, consists of Physical layer(PHY) and the Medium Access Control layer(MAC).

II . <References>

1. Relation with International Recommendations

- This standard is based on the original specification of HD-PLC. This original specification was proposed to IEEE 1901 Working Group, and it was approved as a part of baseline specifications of IEEE 1901-2010.
- Additionally, its coexistence specification is defined not only in IEEE 1901 standard but also in ITU-T G.9972. Both coexistence specifications are also identified as the same technology with the NIST IR 7862.

2. Interoperability with other International Standards

The interoperability of this standard will be certified by HD-PLC Alliance. This certification program also includes the interoperability with IEEE 1901-2001.

3. Related TTC Standards

JJ-300.21: Home network Communication Interface for ECHONET Lite (Low Power Extension for Broadband Wavelet OFDM PLC (HD-PLC))

4. Change History

Version	Date	Outline
1	Nov.14,2013	Published

5. Working Group that developed this standard

The 1st edition: TTC Next-generation Home Network Systems Working Group

III. <Table of contents>

Contents

<REFERENCE>10

1 INTRODUCTION.....11

1.1 Scope.....11

1.2 Rules on description in this specification11

2 REFERENCE STANDARDS.....12

3 DEFINITIONS13

4 ABBREVIATIONS18

5 GENERAL DESCRIPTION.....21

5.1 Components of the HD-PLC network.....21

5.1.1 Station (STA) types.....21

5.1.2 Basic Service Set (BSS).....21

5.1.3 Area concepts.....21

5.2 Overview of the services.....23

5.2.1 Access control and data confidentiality service23

5.2.2 Reliable MSDU delivery.....23

5.2.3 QoS support.....24

5.3 Reference Model.....24

5.3.1 MAC Sublayer25

5.3.2 PHY Layer.....25

5.3.3 MAC Sublayer Management Entity (MLME).....25

5.3.4 PHY Layer Management Entity (PLME)25

5.3.5 Station Management Entity (SME).....26

5.4 Security26

5.5	Multiple Network Support.....	26
6	MAC SERVICE DEFINITION.....	27
7	FRAME FORMATS.....	28
7.1	MAC frame formats.....	28
7.1.1	Conventions.....	28
7.1.2	General frame format.....	29
7.1.3	Frame fields.....	30
7.1.4	Concatenation format inside subframes.....	37
7.2	Format of individual frame types.....	39
7.2.1	Data frame.....	39
7.2.2	Beacon frame.....	43
7.2.3	ACK frame.....	57
7.2.4	Request Channel Estimation (RCE) frame.....	58
7.2.5	Channel Estimation Response (CER) frame.....	60
7.2.6	Management frame.....	64
7.3	Management Messages.....	65
7.3.1	Authentication messages.....	67
7.3.2	Channel Estimation messages.....	72
7.3.3	NEK update messages.....	72
7.3.4	ISP Information Indication.....	74
7.3.5	Vendor specific messages.....	81
8	SECURITY.....	83
8.1	Overview.....	83
8.1.1	Security methods.....	83
8.2	Encryption Keys and Nonce.....	83
8.2.1	Pairwise Key(PWK).....	83
8.2.2	Pairwise Password(PPW).....	84
8.2.3	Network Encryption Key.....	84
8.2.4	Network Encryption Password.....	84
8.2.5	Nonce.....	84

8.3	Pairwise security network (PSN) data confidentiality protocol	84
8.3.1	PSN association (PSNA) CBC overview	85
8.3.2	DataBody encryption bit order	85
8.3.3	Initialization vector generation and bit order	85
8.3.4	PSNA CBC subframe format	86
8.3.5	PSNA CBC mode cryptographic encapsulation	86
8.4	Shared key PSNA	90
8.4.1	Overview	90
8.4.2	Encryption keys and nonce	90
8.4.3	Methods for sharing PWK	91
8.4.4	Authentication method	92
8.4.5	Payload encryption	93
8.4.6	Deauthentication of STA	94
8.4.7	Network encryption key update	94
8.5	Payload Encryption	96
8.5.1	Encryption algorithm	96
8.5.2	Network Encryption Key Index	96
8.5.3	Encrypted Payload Message	96
9	MAC SUBLAYER FUNCTIONAL DESCRIPTION	98
9.1	MAC architecture	98
9.1.1	Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA)	98
9.1.2	Concatenation and fragmentation overview	98
9.2	IFS based prioritized CSMA/CA	98
9.2.1	Inter-frame space (IFS)	99
9.2.2	Carrier Sense mechanism	99
9.2.3	Medium Access Mechanism	100
9.2.4	ACK (Acknowledgments)	101
9.2.5	NAV	102
9.2.6	Collisions	103
9.2.7	CSMA/CA access procedure	103
9.2.8	CSMA/CA with Priority Control	107
9.3	DVTP	110

9.3.1	Basic Access Mechanism	110
9.3.2	ACK (Acknowledgments).....	111
9.3.3	NAV.....	112
9.3.4	Random Backoff.....	113
9.3.5	Arbitration Control.....	114
9.3.6	Station ID (STID) Management.....	116
9.3.7	Priority.....	117
9.4	Concatenation	118
9.4.1	Sub-frame Concatenation	118
9.4.2	Data body format of aggregated type.....	119
9.4.3	Data Body format of Single MSDU.....	120
9.5	Reliable frame delivery.....	121
9.5.1	Sequence Number.....	121
9.5.2	ACK frame reply.....	121
9.5.3	Retransmission.....	121
9.6	Bidirectional Transmission.....	123
9.7	Reordering function.....	125
9.7.1	Reordering.....	125
9.7.2	No reordering.....	125
9.7.3	Duplication check	126
9.8	Link status function.....	126
9.9	Broadcast/Multicast communication	127
9.9.1	Multiple transmission.....	127
9.9.2	Unicast conversion	128
9.10	Channel Estimation Function.....	130
9.10.1	Basic Procedure.....	130
9.10.2	Tone map release	130
9.10.3	Execution Standards	131
9.10.4	Restrictions on Channel Estimation Execution (Informative).....	131
9.11	Multiple Network Operation.....	131
9.11.1	Synchronization among neighbor networks.....	131

9.11.2	Beacon synchronization among BSSs.....	133
9.12	Function Switching by Class capability information.....	135
9.12.1	Overview.....	135
9.12.2	Class-1, 2, and class-3 Capabilities.....	137
9.12.3	Class-4 Functions.....	140
10	LAYER MANAGEMENT.....	141
10.1	Overview of management model.....	141
10.2	MLME SAP interface.....	142
10.3	PLME SAP interface.....	142
11	MLME.....	143
11.1	BSS System.....	143
11.1.1	Synchronization.....	143
11.1.2	Beacon generation in BSS.....	143
11.1.3	Scanning.....	144
11.1.4	Beacon reception.....	145
11.2	Station registration and authentication.....	146
11.2.1	Station registration.....	146
11.2.2	Procedure for station authentication.....	146
11.2.3	Procedure for Deauthentication.....	150
11.3	Synchronization.....	154
11.3.1	Maintaining NTB synchronization.....	154
11.3.2	Accuracy.....	155
11.4	Power management.....	155
12	PHY SERVICE SPECIFICATION.....	156
12.1	Scope.....	156
12.2	PHY functions.....	156

12.3	PHY Primitives	156
12.3.1	Overview	156
12.3.2	Vector descriptions	157
12.3.3	PHY-SAP detailed service specification	159
13	WAVELET OFDM PHYSICAL LAYER.....	172
13.1	Wavelet OFDM system.....	172
13.1.1	Characteristics	172
13.1.2	PHY functions	172
13.2	Specific service parameter list.....	174
13.2.1	Introduction.....	174
13.2.2	TXVECTOR parameters	174
13.2.3	RXVECTOR parameters	175
13.3	PLCP sublayer.....	177
13.3.1	Introduction.....	177
13.3.2	PLCP frame format.....	177
13.4	PHY encoder	181
13.4.1	Generator for RCE frame.....	181
13.4.2	Scrambler	181
13.4.3	Concatenated encoder.....	182
13.4.4	Convolutional Codes defined by low density parity check polynomials.....	184
13.4.5	Wavelet OFDM	190
13.5	PMD.....	220
13.5.1	Block diagram of the transmitter and receiver	220
13.5.2	Major specifications.....	222
13.5.3	Transmission relative power levels.....	222
13.5.4	Transmission spectrum	222
13.5.5	Notch and power control.....	226
13.5.6	System clock frequency tolerance	229
13.6	PLME	230
13.6.1	PLME_SAP sublayer management primitives.....	230
13.6.2	PHY MIB	230

13.6.3	TXTIME calculation.....	231
13.7	PMD sublayer service.....	233
13.7.1	Scope and field of application.....	233
13.7.2	Overview of service.....	233
13.7.3	Overview of interactions.....	233
13.7.4	Basic service and options.....	233
13.7.5	PMD_SAP detailed service specification.....	235
14	INTER SYSTEM PROTOCOL (ISP).....	240
14.1	ISP overview.....	240
14.1.1	Coexistence signaling.....	240
14.1.2	Network status.....	240
14.1.3	Resource allocation.....	240
14.1.4	Start-up and resynchronization procedures.....	241
14.1.5	Power control.....	241
14.2	Coexistence signal definition.....	241
14.2.1	Signal generation.....	242
14.2.2	Phase vectors.....	244
14.2.3	Power sync point.....	246
14.3	Coexistence signaling scheme.....	247
14.3.1	ISP Window.....	247
14.3.2	ISP Field.....	248
14.3.3	Network status.....	251
14.4	Coexistence resources.....	252
14.4.1	ISP Coexistence resources.....	252
14.4.2	Parameters.....	253
14.4.3	ISP FDM/TDM modes.....	255
14.5	ISP resource allocation.....	255
14.5.1	TDM resource allocation guidelines for the access systems.....	255
14.5.2	TDM general resource allocation guidelines.....	255
14.6	Start-up and resynchronization procedures.....	256
14.6.1	Start-up procedure.....	256

14.6.2	ISP Resynchronization procedure.....	258
14.7	ISP EMI control procedures.....	260
14.8	ISP time slot reuse.....	260
14.9	Generic management messages.....	260
14.9.1	State indication messages.....	260
14.9.2	Resynchronization messages.....	262
14.10	Signal transmission and detection.....	263
14.10.1	Signal transmission.....	263
14.10.2	Signal detection.....	264
ANNEX A	BRIDGING.....	265
A.1	Bridge Network.....	265
A.2	Bridge Operation.....	265
A.3	Example of procedure for destination table creation.....	266
ANNEX B	REMOTE CONTROL.....	268
B.1	Function Description.....	268
B.2	Frame Formats.....	268
B.2.1	Remote Control Request message.....	268
B.2.2	Remote Control Response message.....	269
ANNEX C	EASY CONNECTION.....	271
C.1	Function Description.....	271
C.1.1	Registration.....	271
C.1.2	Authentication.....	272
C.2	Frame Formats.....	273
C.2.1	Easy Connection Message.....	273