

TTC標準
Standard

JJ-300.11

ECHONET Lite 向け
ホームネットワーク通信インタフェース
(ITU-T G.9903 狭帯域 OFDM PLC)

(Homenetwork Communication Interface for ECHONET Lite
(ITU-T G.9903 Narrow band OFDM PLC))

第2版

2014年2月20日制定

一般社団法人

情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



本標準は、一般社団法人情報通信技術委員会が著作権を保有しています。

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

目 次

<参考>.....	4
1. 標準の概要.....	7
2. 本標準で規定する内容.....	7
2.1 下位層規定.....	7
2.1.1 アダプテーション層.....	8
2.2 上位層規定.....	9
2.2.1 ネットワーク層.....	9
2.2.2 トランスポート層.....	10
2.2.3 アプリケーション層.....	10

<参考>

1. 国際勧告等との関係

- 本標準は、国際電気通信連合 電気通信標準化部門 (ITU-T) において標準化された ITU-T 勧告 G. 9903 (G3-PLC) に準拠している。
- 本標準第 1 版リリース後 2013 年 5 月に G. 9903 の改訂が行われ、本標準も第 2 版として改訂を行う。
- 日本での G3-PLC 適応について、PHY、MAC 層の仕様は、G. 9903 (5/2013) Annex F に準拠し、バンドプランは本標準で規定する。
- 2013 年 12 月にコンセンタされた G. 9903 の改訂案 (Edition 3.0) の改訂事項に含まれる一部の機能については日本での適応を目的としているため、本標準で追加項目として規定する。今後 ITU-T で改訂が承認された際には、本標準についても G. 9903 (Edition 3.0) の体系に基づいた改訂が行われる可能性がある。

2. 上記国際勧告等に対する追加項目等

2.1 オプション選択項目

なし

2.2 国内仕様として追加した項目

日本での G3-PLC 適応については、ITU-T G. 9903 (5/2013) の Annex F (Regional Requirements for Japan) を適用する。なおバンドプランは本標準で規定する。

また、日本での適用を目的として、2013 年 12 月の ITU-T 会合でコンセンタされた改訂案の下記事項について規定する。

(1) LBP Joining Procedure

ITU-T G. 9903 (5/2013) 9.4.4 節に規定のノードのネットワーク参入の際に用いる LBP プロトコルにおいて、EAP-PSK 認証に用いるパラメータ ID_S 及び ID_P として 64bit EUI だけでなく 36 byte までの任意の ID を用いることができる。

(2) LOADng disabling

ITU-T G. 9903 (5/2013) 9.4.3 節に規定のマルチホップルーティング LOADng 機能を無効化して 1 対 1 のシングルホップ通信を行うことができる。この場合、IPv6 パケット送信時にルートテーブル又は隣接ノードテーブルを参照せずに IPv6 ヘッダで指定された宛先を下位層の宛先アドレスに設定してパケットを送信する。

(3) New Interleaver

ITU-T G. 9903 (5/2013) 7.10 節の規定において DQPSK 変調は、DBPSK 変調時と同様に、permutation matrix を単一の elementary permutation matrix に対応することで処理を行う。この場合の n 値計算式を以下に示す。

$$n = \text{ceil} \left(\frac{\text{Total number of bits}}{m \times \text{mod}_{\text{size}}} \right) \times \text{mod}_{\text{size}}$$

m : 使用キャリア数、 n : OFDM シンボル数、 mod_{size} : シンボル毎のビット数

また、DBPSK 変調、DQPSK 変調ともに、インターリーブされた位置を示す(I, J)の演算時に、 $I_{(1,0)}$ の初期値がゼロであった場合、 n_i と n_j を下式のように入れ替える。

$$J_{(i,j)} = (j \times n_j + i \times n_i) \% n \rightarrow J_{(i,j)} = (j \times n_i + i \times n_j) \% n$$

$$I_{(i,j)} = (i \times m_i + J_{(i,j)} \times m_j) \% m$$

いくつかのサブキャリアがマスクされた箇所（例えば、ノッチなど）についても Interleaver は上記同様行われるが、m 値と n 値については使われているトーン数に応じて調整される。

2.3 原勧告に対する変更項目

なし

表<参2> G. 9903 原勧告との章立て構成比較表

	原勧告項目名	本標準項目名	本標準への適用	記事
1章~10章	(省略)	(省略)	構成、章立に相違なし。	
Annex A	Protocol Implementation Conformance Statement	Protocol Implementation Conformance Statement	適用する	
Annex B	Routing Cost	Routing Cost	適用する	
Annex C	Device starting sequence of messages	Device starting sequence of messages	適用する	
Annex D	The lightweight on-demand Ad hoc distance-vector routing protocol - next generation (LOADng)	The lightweight on-demand Ad hoc distance-vector routing protocol - next generation (LOADng)	適用する	
Annex E	Commissioning in 6LoWPAN	Commissioning in 6LoWPAN	適用する	
Annex F	Regional requirements for Japan	Regional requirements for Japan	適用する	
Appendix I	Examples on encoding and decoding	Examples on encoding and decoding	適用する	
Appendix II	Test vectors for cryptographic building blocks	Test vectors for cryptographic building blocks	適用する	

3. 改版の履歴

版数	改訂日	改版内容
1	2013年2月21日	制定
2	2014年2月20日	改訂 G.9903の改訂(G.9903(5/2013))に合わせた更新。 2013年12月にコンセンストされたG.9903の改訂案(Edition 3.0)の国内適用事項の追記。 参照する主な勧告、標準の更新 2.1 下位層規定へのアダプテーション層(2.2.1)の追加。 2.2.1 ネットワーク層の更新。

4. 工業所有権

本標準に係る「工業所有権等の実施に係る確認書」の提出状況は TTC のホームページでご覧になれます。

5. その他

(1) 参照する主な勧告、標準

- [1] ITU-T 勧告 G.9901, Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers - power spectral density specification Amendment 1
- [2] ITU-T 勧告 G.9903 (5/2013) , Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for G3-PLC networks
- [3] ARIB STD-T84: 電力線搬送通信設備 (10kHz~450kHz)
- [4] Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks (6LoWPAN), IETF RFC 4944
- [5] Compression Format for IPv6 Datagrams over IEEE 802.15.4-Based Networks, IETF RFC 6282
- [6] Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, IETF RFC 2460
- [7] IPv6 Stateless Address Autoconfiguration, IETF RFC 4862
- [8] Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification, IETF RFC 4443
- [9] User Datagram Protocol (UDP), IETF RFC 768
- [10] The ECHONET Lite Specification Version 1.10

(2) 本標準の内容は準拠元である上記 ITU-T 勧告によっているが、一部追加項目等を行っている。本標準を使用する場合は、上記原勧告と本標準を参照する必要がある。

6. 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

第2版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会

1. 標準の概要

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 の下位レイヤを構成する狭帯域 PLC である G.9903(5/2013)通信プロトコルの仕様を規定した文書である。

2. 本標準で規定する内容

本標準で規定する内容は、下記の ITU-T 勧告による。本標準で追加規定した部分については、下記の ITU-T 標準に優先する。

[1] ITU-T 勧告 G.9901, Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers - power spectral density specification Amendment 1

[2] ITU-T 勧告 G.9903(5/2013), Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for G3-PLC networks

2.1 下位層規定

日本での G3-PLC 適応については、ITU-T G.9903(5/2013)の Annex F (Regional Requirements for Japan)を適用する。なおバンドプランは表 2-1 を本標準として規定する。

表 2-1. バンドプラン

Bandplans	Number of subcarriers	First subcarrier (kHz)	Last subcarrier (kHz)
ARIB Bandplan1	54	154.6875	403.125

また、日本での適用を目的として、2013 年 12 月の ITU-T 会合でコンセントされた改訂案の下記事項について規定する。

(1) LBP Joining Procedure

ITU-T G.9903(5/2013) 9.4.4 節に規定のノードのネットワーク参入の際に用いる LBP プロトコルにおいて、EAP-PSK 認証に用いるパラメータ ID_S 及び ID_P として 64bit EUI だけでなく 36 byte までの任意の ID を用いることができる。

(2) LOADng disabling

ITU-T G.9903(5/2013) 9.4.3 節に規定のマルチホップルーティング LOADng 機能を無効化して 1 対 1 のシングルホップ通信を行うことができる。この場合、IPv6 パケット送信時にルートテーブル又は隣接ノードテーブルを参照せずに IPv6 ヘッダで指定された宛先を下位層の宛先アドレスに設定してパケットを送信する。

(3) New Interleaver

ITU-T G.9903(5/2013) 7.10 節の規定において DQPSK 変調は、DBPSK 変調時と同様に、permutation matrix を単一の elementary permutation matrix に対応することで処理を行う。この場合の n 値計算式を以下に示す。

$$n = \text{ceil} \left(\frac{\text{Total_number_of_bits}}{m \times \text{mod_size}} \right) \times \text{mod_size}$$

m: 使用キャリア数、n: OFDM シンボル数、mod_{size}: シンボル毎のビット数

また、DBPSK 変調、DQPSK 変調ともに、インターリーブされた位置を示す(I, J)の演算時に、I_(1,0)の初期値がゼロであった場合、n_iとn_jを下式のように入れ替える。

$$J_{(i,j)} = (j \times n_j + i \times n_i) \% n \rightarrow J_{(i,j)} = (j \times n_i + i \times n_j) \% n$$
$$I_{(i,j)} = (i \times m_i + J_{(i,j)} \times m_j) \% m$$

いくつかのサブキャリアがマスクされた箇所(例えば、ノッチなど)についても Interleaver は上記同様行われるが、m 値と n 値については使われているトーン数に応じて調整される。

2.1.1 アダプテーション層

インターフェース部におけるアダプテーション層は 6LoWPAN[4]、及び 6LoWPAN における IPHC [5]をサポートし、IPv6 ヘッダの圧縮、及び必要に応じてフラグメント処理を実施しなければならない。

2.1.1.1 Fragmentation

全てのノードは、[4]に規定されるフラグメンテーション機能をサポートしなければならない。また、[4]の規定に加えて、以下の2つの規定を設ける。

すなわち、[4]ではフラグメントの送信順序を規定していないが、本規定では、

(a) 1つのIPデータグラムから生成されたフラグメントはデータグラムオフセットの増加順で送信されなければならない。

(b) 1つのIPデータグラムから生成された全てのフラグメントの送信が完了するまで同じ宛先IPアドレスを持つ他のIPデータグラムから生成されたフラグメントを送信してはならない。

本標準が使用するMAC/PHY ([2])は送信フレームの順序を変更しないため、これら2つの追加規定により、受信側ノードでは受信したフラグメント順にIPデータグラムを再構築することが可能となる。

インターフェースのMTUは1280オクテットに設定されなければならない。

2.1.1.2 Header compression

基本的に全てのノードは、[5]に規定されるヘッダ圧縮をサポートしなければならない。ただし、[2]において規定されるネットワークは、リンクローカルアドレスを使用した閉じたシステムであるため、コンテキストIDを用いたヘッダ圧縮は(ステートフルなマルチキャストアドレスの圧縮を含めて)サポートしない。

また、LOWPAN_NHCによるIPv6拡張ヘッダやUDPヘッダの圧縮はサポートする。したがって、IPv6 Next HeaderのIPHC(IPv6 Extension Header Encoding)のNHビットを”1”に設定する。使用するUDPポートは、ECHONET Lite仕様[10]で規定されているポートであり、[5]で規定されている圧縮可能なポートの範囲「0xf0b0~0xf0bf」外であるので圧縮しない。UDPチェックサムは圧縮する。

IPv6パケットを受信するノードは、ヘッダ圧縮を施したIPv6パケット、及び[5]で規定されたヘッダ圧縮のうち前記非サポート機能を用いない方法でエンコードされたIPv6パケットを受信できなければならない。これは、[5]で規定されたヘッダ圧縮の一部のみを適用してエンコードされたIPv6パケットも含む。コンテキストIDをサポートしないこと、およびIPv6アドレスとしてショートアドレスに基づくリンクローカルアドレスを用いることにより、本方式に基づくノードが送信するユニキャストのIPv6パケットのLOWPAN_IPHC encodingヘッダは図2-1のようになる。

(bit)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	1	TF	1	HLIM	0	0	1	1	0	0	1	1		

図 2-1 LOWPAN_IPHC encoding ヘッダ (ユニキャストの場合)

尚、[4]で規定される HC1 及び HC2 は、本標準では使用しない。

2.2 上位層規定

本標準が規定するプロトコルスタックを、図 2-2 に示す。ここでは、図 2-2 の中で G.9903(5/2013) の規定範囲外であるネットワーク層以上についての規定を行う。

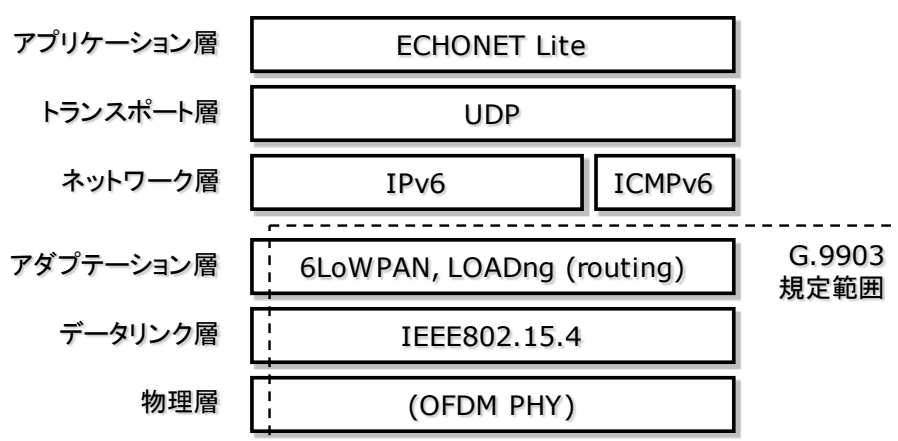


図 2-2. プロトコルスタック

2.2.1 ネットワーク層

全てのノードは IPv6[6]をサポートしなければならない。ただし、Hop-by-Hop Options 拡張ヘッダ、Routing 拡張ヘッダ、Fragment 拡張ヘッダ、Destination Options 拡張ヘッダ、および IPSec に関連する AH 拡張ヘッダと ESP 拡張ヘッダはサポートしなくてもよい。なお、各拡張ヘッダは、[6] 記載の推奨順序に従って送信しなければならない。また、全てのノードは ICMPv6 [8]をサポートしなければならない。メッセージ種別としては、エコー要求 (タイプ 128) およびエコー応答 (タイプ 129) に加え、宛先未到達 (タイプ 1)、時間超過 (タイプ 3) およびパラメータ問題 (タイプ 4) の各エラーメッセージもサポートしなければならない。パケットサイズ超過 (タイプ 2) メッセージに関しては、送信機能を持たなくてもよいが受信した際は適切に処理されなければならない。本標準で定義するネットワークでは、常に IEEE802.15.4 の MAC が定義する 16 ビットのショートアドレスをベースとしたリンクローカルアドレスを使用する。その際、[4]と[7]の記載に従い、プレフィックスとして well known link-local prefix FE80::0/64 を使用した上で、自ノードのショートアドレスからインターフェース識別子を生成する。

IEEE802.15.4 が規定する EUI-64 アドレスをベースとした IPv6 アドレス、およびグローバルアドレスとユニークローカルアドレスは、本標準内では使用しない。

ECHONET Lite 電文のマルチキャスト送信時は、ECHONET Lite 仕様[10]の規定に従い ff02::1 を宛先として設定する。

なお、本標準では、IPv6 で一般的に使用される近隣探索は使用しない。IP アドレスが MAC のショートアドレスから生成されるため、通信時の宛先 MAC アドレスは IP アドレスから取得するものとする。PAN コーディネータは、近隣探索の機能の一つである重複アドレス検出を不要とするため、各ノードに重複が発生しないようにショートアドレスを割り振らなければならない。

2.2.2 トランスポート層

トランスポート層としては、UDP [9]を使用する。UDP フレームの宛先ポート番号は、ECHONET Lite 仕様[10]に基づき常に 3610 とする。

2.2.3 アプリケーション層

アプリケーション層としては、ECHONET Lite[10]を使用する。本標準記載の仕様に基づくノードは、[10]に規定される必須機能をすべてサポートしなければならない。