

TR-1073

JJ-300.00機能実装ガイドライン  
～非IP及び非イーサネット通信技術  
への対応～

Implementation guidelines for JJ-300.00

～Non-IP and Non-Ethernet  
Communication Devices～

第1.0版

2021年3月2日制定

一般社団法人

情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE

本書は、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. はじめに.....	5
1.1 背景.....	5
1.2 スコープ.....	5
2. 接続形態.....	6
3. まとめ.....	11

## <参考>

### 1. 国際勧告等との関連

本技術レポートに関する国際勧告は本文中に記載している。

### 2. 改版の履歴

版数	制定日	改版内容
第1.0版	2021年3月2日	制定

### 3. 参照文章

主に、本文内に記載されたドキュメントを参照したが代表的な文書を下記に示す。

#### 参照文献

[LLDP] IEEE 802.1ab (2005), Station and Media Access Control Connectivity Discovery

[HTIP] TTC JJ-300.00 ホームNW接続構成特定プロトコル

[HTIP情報リスト] TTC JJ-300.01 端末区分情報リスト

[TTC TR-1053] TTC TR-1053 サービスプラットフォームにおけるカスタマサポート機能

[TTC TR-1057] TTC TR-1057 ホームネットワークにおけるカスタマサポート機能ガイドライン

[TTC TR-1061] TTC TR-1061 JJ-300.00機能実装ガイドライン ～非イーサネットデータリンク層、複数LLDPDU、障害切り分け情報対応～

[TTC TR-1062] TTC TR-1062 ホームネットワークサービスにおけるカスタマサポートユースケース

### 4. 技術レポート作成部門

第1.0版 : IoTエリアネットワーク専門委員会 (WG3600)

### 5. 本技術レポート「非IP及び非イーサネット通信機器のHTIP機能搭載」の制作体制

本技術レポートは、IoT推進コンソーシアム スマートIoT推進フォーラム(技術開発WG) 技術戦略検討部会 技術・標準化分科会(分科会長: 丹康雄[JAIST/NICT])において原案を作成し、その後TTC IoTエリアネットワーク専門委員会(委員長: 西川 嘉樹[NTT])での審議を経てTTC技術レポートとして公開するものである。

スマートIoT推進フォーラムにおける検討においては、エリアネットワークOAMタスクフォース (リーダー: 松倉隆一[富士通])にて作業にあたった。

## 1. はじめに

本技術レポートでは、TTC JJ-300.00, JJ-300.01及び、ITU-T G.9973に基づくIoTエリアネットワーク運用管理技術(HTIP)を広くIoT向けの伝送技術上で利用可能とするための実装方式について述べたものである。

HTIP規格では第2版に改定される際、ZigbeeやWi-SUNなどのEthernetフレームを伝送しないネットワークにおいても6LoWPANを利用してIP接続が可能な場合について、HTIPを利用可能とする方式について記載しているが、EthernetフレームもIPパケットも伝送しない、非Ethernetかつ非IP(以後、非Ether-非IPと表記)の通信技術においては利用可能とする標準的な方法が存在していなかった。IoT向けの伝送技術においては非Ether-非IPの通信方式はめずらしくなく、これらを対象に含めることは、IoTエリアネットワーク管理技術としてのHTIPの適用範囲拡大にとって重要な意味をもつ。

本技術レポートでは何らかの中継装置を経由して非Ether-非IPの通信技術と、Ethernetフレームに基づく元々HTIPが対象としてきた通信技術が接続されている場合を想定し、その接続方式について記載する。

### 1.1 背景

JJ-300.00では、第1版においてLLDPDU (Link Layer Description Protocol Data Unit) を用いEthernetフレームで機器情報及びネットワーク構成情報を格納しブロードキャストすることにより、Ethernet(Wi-FiなどのみなしEthernetを含む)で構成されたIoTエリアネットワーク上の機器情報や接続情報を取得可能にすることを目的としていた。第2版では、IEEE802.15.4の様なLLDPDUを直接転送できないデータリンク上でHTIPを使用するため、IPパケットにカプセル化するプロトコルとしてGRE(Generic Routing Encapsulation)を用いる方法を定義した。また、TR-1061「JJ-300.00機能実装ガイドライン ～非イーサネットデータリング層、複数LLDPDU,障害切り分け情報対応～」では、GREを利用してLoWPAN上に存在するネットワーク機器情報をイーサネット上に転送する方法が具体的に示されている。

近年、IoT向け通信機器の規格として、Zigbee、LoRaWAN、Bluetooth LE等、データリンク層にEthernetを用いず、かつ、ネットワーク層以上でもIPを用いないエリアネットワークに接続される機器が増加している。これらに対してはJJ-300.00で定義されているHTIP情報を格納する標準的な方式が存在していない状況であり、IoTエリアネットワークの管理運用に対する課題となりつつある。

### 1.2 スコープ

本技術レポートでは、前節で述べた非Ether-非IP接続リンクを含むネットワークにおいてHTIPを利用可能とする方式について述べる。

図1に示すように、非Ether-非IP接続リンクの利用のしかたには大きくわけて2つの形態がある。(1)で示したものは、従来からHTIPの対象となっているEthernetのようなリンクの先に、何らかの中継機を用いて非Ether-非IP接続が行われるリンクが用いられるケースである。この形態においては中継機までのIoTエリアネットワークにおいてはHTIPが利用可能となっており、そこに非Ether-非IP接続がなされるエンドノードが追加される形となるため、既存のHTIP管理対象部分と何らかの形で相互接続性のある実装方式を検討する必要がある。一方、(2)で示したものでは非Ether-非IP接続のリンクが直接Manager機能を有する装置に接続されており、この装置とエンドノードとの間の通信方式はシステム構築者が決定することが可能となる。元々非Ether-非IP接続によるエンドノードの接続は、資源の少ないエンドノードを対象とした特定用途向けになることが多く、この(2)の形態においてもマルチベンダ構成をとるよりもManagerの機器内に実装される中継機能とともにエンドノードまで一括で開発されることが多いことから、今回の検討では取り扱わないこととする。

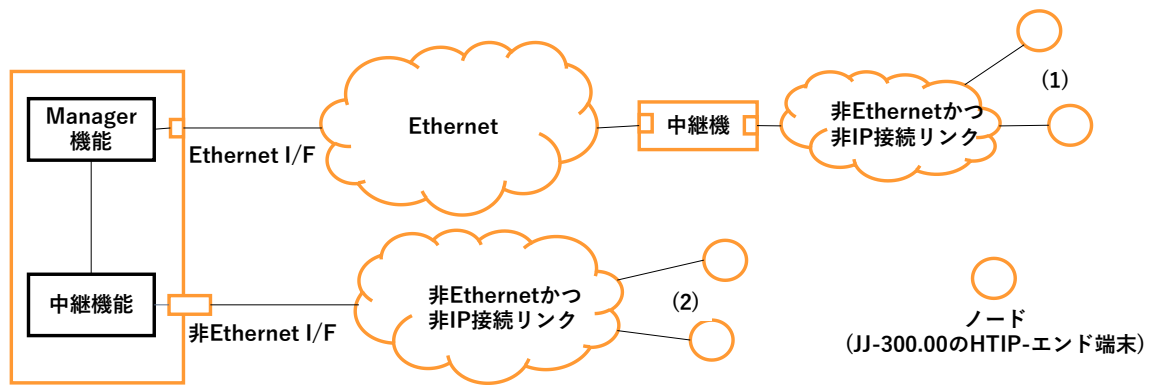


図1. 非Ether-非IPリンク技術を用いて構成されるネットワーク

## 2. 接続形態

HTIP(JJ-300.00)はもともとFTTHに代表されるブロードバンドサービスが家庭に普及するにつれて、家庭内のネットワークであるホームネットワークにおいてトラブルが増大したことを受けて開発されたものである。そのため、設計の初期段階で情報収集を行なうプロトコルとしてLLDP(Link Layer Discovery Protocol)が選択され、プロトコル自体は変更せずにその内容のみを変更する運用規定で所望の目的を果たすような設計となっている。この設計では暗黙のうちに以下のような前提が想定されていた。

- a. 管理対象となるホームネットワークは一つのブロードキャストドメインを形成し、広域網とホームネットワークを接続するいわゆるホームゲートウェイがL3以上の機能有するルーター(あるいはNAT装置)であり、それ以外はL2での接続を行なうスイッチ(同種通信方式間のブリッジ)や無線LANアクセスポイントおよびPLC等のモデム(異種通信方式間のブリッジ)のみが存在する
- b. 管理対象の端末はPC、HDDレコーダーなどのAV機器、ゲーム機、といった計算資源を比較的ふんだんに有しているものである
- c. 通信方式は何れもLAN規格であり、最低でも10Mbps以上の速度、通常は50Mbpsから100Mbpsの速度で通信する
- d. 通信方式は何れもEthernetフレームあるいはそれに類したフレームで通信を行なう
- e. 通信方式は何れも非同期で任意のタイミングでフレームの送信を双方向で行なうことが可能である

しかしながら、この技術を映像伝送のようなブロードバンドサービスではなく、より一般的なIoTサービスを実現するシステム、たとえば同じホームネットワークであってもHEMS(Home Energy Management System)システムを考えた場合、サービスが要求する通信帯域は制御コマンド等の伝送に必要な10kbpsに不足となり、ブロードバンドというよりは小電力無線を用いて設置時の容易性や利用時の利便性を上げる優先度の方が高くなり、通信方式は上記の前提を満たさないものの方が多くなる。IoT全般に関して言えば、15Km先のセンサの値を何分か一度読み出すような需要も多く、LPWA(Low Power Wide Area)通信と呼ばれる類の新たな通信技術が数多く登場するに至っている。このように、上記の前提が成り立たない通信技術を用いたシステムであってもHTIPを用いた管理運用が可能となるしくみはIoTシステムに対してこの管理技術を用いるためには必須な検討項目となる。

HTIP規格を制定しているTTC(情報通信技術委員会)では上記のような前提が成り立たなくなった最初のケースとして、HEMSにおけるZigBeeおよびWi-SUNの導入の際にこの課題に対して検討を行い、JJ-300.00第二版を開発した。HEMS、特にスマートメーターでZigBeeやWi-SUNが利用される際、プロトコルスタックとしてIPv6/6LoWPANを利用することが国内外で合意されており、国内におけるスマートメーターやHEMS向けの通信規格についてもIPv6/6LoWPANの上にECHONET Liteプロトコルを実装することとされた。HTIPの基本をなすLLDPは元来Ethernetフレーム上でのプロトコルとして定義(ヘッダのtypeフィールドが0x88cc)されているものであり、ZigBeeやWi-SUNのプロトコルスタックではEthernetフレームが用いられないため直接利用することができない。これに対してJJ-300.00第二版ではGRE(Generic Routing Encapsulation)トンネリングを用いることで、ZigBeeやWi-SUNの区間にトンネルを張り、端末ではEthernetフレームを生成してHTIPの情報を載せ、GREトンネルの終端点に向けて送り出すことでZigBeeやWi-SUNの端末もEthernetやWi-Fiを用いた端末同様にHTIPの管理対象とすることができるというものである。

しかしながら、IPv6/6LoWPANの実装コストが高くつくこともあり、この形態のプロトコルスタックの利用はその後急速に下火となり、スマートメーター以外のIoTシステムにおいてはほとんどみられない状況となってしまう。つまり、Ethernetではないフレームにデータが直接載る形の通信方式がIoTエリアネットワークでは主流になったということであり、上記の前提条件を満たさず、かつ、GREトンネリングが利用可能なIPもプロトコルスタック中に現れない状況において、改めて解決策を検討する必要性が生じることとなった。これが、「Non-EthernetかつNon-IPネットワーク」におけるHTIP実装に関わる問題である。

この問題を解決するためには、本質的にNon-Ethernetかつnon-IPな技術で構築されている末端のエリアネットワーク部分を、LLDPが利用可能なネットワークに接続する何らかの変換装置が間に入る必要が出てくる。ここで、状況を整理するために場合分けを行なうことにする。

まず、変換装置が端末と一対一で存在する場合、これは変換装置までを含めた形で端末であると考えればその単位で通常のHTIP対応の機器であるとみなすことができる。このようなタイプの変換装置のことをアダプタ(adapter)と呼ぶことにする。アダプタ込みの機器の取扱は通常のHTIPエンド端末と何ら変わらないためシステムレベルでは特段の対処は必要ないが、アダプタと機器の間ではHTIPに必要な情報をやりとりする必要がある。

アダプタではない接続形態、すなわち変換装置の片側に通常のHTIP/Ethernetのネットワークがあり、反対側にNon-Ethernetかつnon-IP技術によるネットワーク(複数の端末が存在する)がある場合には何通りかのパターンを考える必要がある。これをまとめたものが表1である。

表1. 中継機を用いた接続形態の一覧

中継機で変換 (ステートレス)	<p><b>1-A</b></p>	<p><b>1-B</b></p>
	<p>△の情報をもつとしてすべて扱う、□とほぼ同じしくみの△が必要</p>	<p>□で△のデータ構造のまま送る(アプリケーショントンネリング)マネージャは両方が必要</p>
	<p><b>1-C</b></p>	<p>右側のネットワークの□が△を通じて左側のネットワークの□のMに送信</p>
中継機で変換 (ステートフル)	<p><b>2-A</b></p>	<p>一旦受け取って終端し、別のプロトコルで投げ直す</p>
トンネリング	<p><b>3-A</b></p>	<p>△側のネットワークの中をトンネリングして□を通す。端末には□の管理機能とトンネリングプロトコルの実装が必要</p>
	<p><b>3-B</b></p>	<p>□の中をトンネリングして△の情報を通る。マネージャは両方が必要</p>

このような場合の変換装置はアダプタとも、エリアネットワーク全体と広域網を接続するゲートウェイと区別する意味で中継機(relay-node)と呼ぶことにする。表のネットワーク構成においては赤色(四角形)で示したプロトコルを用いるノード群と緑色(三角形)で示したプロトコルのノード群がある。何れの図においても最も左端に赤色でMと記載されたノードがあり、これがHTIPマネージャを意味しているため、赤色はEthernetフレームを用いる通信方式における通常のHTIP管理対象ネットワークであると解釈してよい。多くの図で中央に配置されている赤色と緑色の両方を有するノードが中継機である。

まず、中継機がどのような役割を担うかによって場合分けができる。これには以下の3通りが考えられる。



- 1) 中継機で変換を行なう 単一パケットごとに変換処理を行なうことができる(ステートレス)
- 2) 中継機で変換を行なう 複数パケットを一旦蓄積し、何らかの処理をした上で変換したパケットを生成する(ステートフル)
- 3) 中継機でトンネリングを行なう

表における1-A, 1-B, 1-Cが1)のケースである。1-Aにおいては中継機は単純にフレーム形式の変換だけを行っている。これが可能となるためには緑色のネットワークにおいて赤色の管理プロトコルと基本的に同一な管理プロトコルのしくみを持つ必要がある。つまり、緑色のネットワークにおいてもHTTP同等のプロトコルが管理用として利用されているような場合に相当する。これは、一般論としてはあまり期待できる状況ではないが、緑色プロトコルのネットワークで新規に通信方式を決める場合には有効なやり方となる。

一方、緑色の管理プロトコルが赤色のものとは異なっていた場合でも赤色のネットワークの中で緑色の管理プロトコルのペイロードをそのままマネージャに向けて伝送することは可能である。当然ながら、マネージャは緑色の管理プロトコルを理解する必要があるため、一旦赤色プロトコルで受信したペイロードを改めて緑色管理プロトコルのマネージャ機能に渡し、赤色と緑色両方の管理運用プロトコルでの情報を統合して扱うことになる。これはアプリケーションデータとしてのトンネリングと言えなくもないが、任意のフレームやパケットをトンネリングするためのしくみを使うわけではないので3)のケースではなく1)のケースとして考えるのが妥当である。

1-Cで示した構成はもともと赤色プロトコルで動作するネットワークがあったが、それが緑色プロトコルのネットワークを経由し再び赤色プロトコルに戻ってマネージャに届くケースである。一般論として中継機を複数回通らねばならないケースは中継機を一回だけ通るケースの縦続接続だと考えればよいが、この1-Cのように「元に戻る」ケースでは、完全に情報を復元することを考慮した中継機および緑色管理プロトコルの設計を検討する余地があり、特別なケースとして取り上げている。このようなもとに戻るケースは1)だけでなく、2)や3)でも生じる可能性があるがここでは省略する。

2-Aに示す形態は、中継機でステートフルな変換を行なう2)のケースである。この場合は、変換というよりは、緑色プロトコルにおける管理情報を変換機が受信し、赤色プロトコルで必要な情報が揃ってから(あるいは不足分を生成して)マネージャに送るような動作となる。管理プロトコルを有している既存の通信技術を用いたネットワークを接続しようとした際にはこの形態となることから、これがもっとも一般的な形態であるという見方もできよう。しかしながら、全く異なる管理プロトコル同士の変換では情報が失われる可能性と、情報が足りない可能性が生じることには注意が必要である。

3)のトンネリングを行っているのが3-Aと3-Bである。中継機の両側に計2つのネットワークが存在しているため、どちらでトンネリングを行なうかの場合分けが生じる。3-Aは緑色ネットワークの中で赤色管理プロトコルのフレームをトンネルして送るもので、これを実現するためには緑色ネットワークにおいて管理対象となる全てのノードが赤色管理プロトコルとトンネリングプロトコルの両方を実装することになる。これらが実装されていなければ3-A図中の右端のノードのように管理対象とすることができないものが生じることとなる。

3-Bは3-Aとは逆に赤色プロトコルのネットワーク中にトンネルを張るケースである。この場合、トンネルの端点は中継機とマネージャとなるため、トンネルから出てきた緑色管理プロトコルを解釈するためのマネー

ジャ機能がマネージャの中に存在している必要が出てくる。このケースは1-Bではアプリケーションデータとして伝送していたものをフレームを対象としたトンネリング技術で実現したものということができる。

1-Bと3-Bにおいてはマネージャ内に複数の管理プロトコルのマネージャ機能が存在する必要が出てくるが、マネージャが元来計算資源の豊富な計算機上で実装されることが想定されればこの要請はさほど厳しいものではない。複数のマネージャプロセス間の情報共有もファイルシステム経由あるいはプロセス間通信にて行なうことも容易であり、統合してユーザーに提示したり自動診断したりするプロセスが別に走ることも想定されることから、これらのマネージャの構成はさほど無理のないものであるうえ、多くのノードに特別な実装を強いない点で現実的であるという見方もできる。

### 3. まとめ

本技術レポートでは、TTCのJJ-300.00及びITU-TのG.9973に基づく、IoTエリアネットワーク運用管理情報(HTIP情報)をZigbee、LoRaWAN、Bluetooth LE等の非イーサネット及び非IP通信リンク技術で構成されているエリアネットワークで利用可能とするため、ネットワーク運用管理情報のデータ転送パターンを分析し、各機器の機能的役割について記載した。非イーサネット及び非IPリンク技術と今までHTIPが用いられてきたEthernet等とが接続されたネットワーク構成において考えられる6つの構成パターンを示し、その特徴について述べた。この基本構成パターンに基づき具体的な技術詳細を定義していくことで標準的な接続方式を制定することが可能となる。