

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

Customer support guideline
for home network service

第1.1版

2016年2月23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 |
| 第1章 はじめに | 5 |
| 1.1 背景 | 5 |
| 1.2 スコープ | 6 |
| 1.3 TR-1043 との対応関係 | 7 |
| 第2章 ユースケース | 8 |
| 2.1 HN 遠隔保守の課題 | 8 |
| 2.2 近距離無線の障害と原因（無線 LAN 機器の事例分析） | 8 |
| 第3章 技術要件 | 13 |
| 3.1 障害要因と検出方法 | 13 |
| 3.2 障害検出手段 | 15 |
| 3.2.1 セルフチェック機能 | 15 |
| 3.2.2 エンドデバイス NW 離脱チェック機能 | 15 |
| 3.2.3 ペアリング情報出力機能 | 15 |
| 3.2.4 チャネル使用状態取得機能 | 15 |
| 3.2.5 電波強度測定機能 | 16 |
| 3.2.6 通信エラー率取得機能 | 16 |
| 3.3 障害情報の集約 | 16 |
| 第4章 アーキテクチャ | 17 |
| 4.1 概要 | 17 |
| 4.2 HN における障害情報通知 | 17 |
| 4.3 シングルホップ無線における障害情報通知 | 19 |
| 4.4 マルチホップ無線における障害情報通知 | 21 |
| 第5章 通信インタフェース | 24 |
| 5.1 HTIP 概要とその拡張方法 | 24 |
| 5.2 HTIP 以外のプロトコルについて | 25 |
| 5.2.1 SNMP | 25 |
| 5.2.2 ECHONET Lite | 25 |
| 5.2.3 CLI | 26 |
| 5.2.4 Netconf | 26 |
| 第6章 まとめ | 27 |
| 参考文献 | 27 |

<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 | 2015年3月18日 | 制定 |
| 第1.1版 | 2016年2月23日 | 誤記訂正（故障・障害の誤用） |

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。

4. 技術レポート作成部門

第1.0版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会（SWG3603）

第1.1版：次世代ホームネットワークシステム専門委員会（SWG3603）

5. 本技術レポートの制作体制

本技術レポートは、新世代ネットワーク推進フォーラムIPネットワークWG レジデンシャルICT SWG(リーダー：丹康雄[JAIST/NICT])において原案を作成し、その後TTC次世代ホームネットワークシステム専門委員会(委員長：山崎毅文[NTT])での審議を経てTTC技術レポートとしてとして公開するものである。

レジデンシャルICT SWGにおける検討においては、戦略ビジョントスクフォース(主幹：松倉隆一[富士通])のもとにアドホックグループを形成して作業にあたった。

第1章 はじめに

本技術レポートは、ホームネットワーク（HN）に接続されたデバイスを利用する際に発生する各種障害（failure）において、原因分析および障害復旧作業に必要となるデバイスおよびネットワークに具備すべきカスタマサポート機能について述べる。HNサービスを実行する際のカスタマサポート機能全般については、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）にて報告済みであり、本レポートは、主に近距離無線を利用して接続するケースにおいて、近距離無線が原因で生じる障害に関連する情報を検知し、プラットフォームで情報を収集、管理するためにデバイス、ネットワーク機器が備えるべき機能のガイドラインを示す。

1.1 背景

ブロードバンドネットワークの普及に伴い、家庭内のデバイスが相互に接続されHNを構成するようになった。HNでは、白物家電、黒物家電（AV家電）、セットトップボックス（STB）/ホームゲートウェイ（HGW）、銀物家電（PC、スマートフォン、タブレット）、ゲーム機など、設置や保守の考え方、ネットワークへの接続方法、求められる品質の異なるデバイスが混在している。こうした複雑なネットワークを構成するHNでは、デバイスが接続できない、映像が映らないなどの障害が発生したときに、同時に動作している複数のシステムのどこに問題があるかを特定することが困難である。特に接続に無線を利用する場合には時々刻々と状況が変化し、現在接続されているものが次の瞬間に接続できない、もしくは応答が遅くなる等の現象が発生しうる。

TTC TR-1053は、様々なデバイスが接続されるHNにおいて、デバイスやネットワークで発生する障害事例について説明し、この事例から障害原因とその障害を検知し復旧する方法について述べた。HNサービスを普及させるためには、サービス提供者、プラットフォーム提供者、デバイス提供者が同じ規格を採用し、TR-1053で述べたカスタマサポート機能を備える必要がある。TR-1053では、カスタマサポート機能として実現すべき機能をレイヤ毎に分類した（表1-1）。各レイヤで望まれる機能のうち、デバイス/ネットワーク機器とネットワークに関する機能の多くは既に標準規格（Wi-Fi、HTIP等）が存在し、デバイス、ネットワーク機器がこれらの規格をサポートすることによって、複数ベンダーのデバイス/ネットワーク機器の組み合わせで実現されるHNサービスの安定運用が実現される可能性がある。しかし、これはネットワークが主に有線で実現される場合であり、ネットワークレイヤの基本計測機能については、TTC TR-1043で示される近距離無線では未対応の部分がある。本レポートは、この未対応部分について記載する。

表1-1 各レイヤに望まれる機能（TR-1053、表3-1）

| ネットワーク | レイヤ | 項目 | 望まれる機能 |
|------------|------------------------------------|--|--|
| HN | ユーザ | ユーザ行動チェック | <u>ユーザ誤操作検出</u> ：操作履歴等から「いつもと違う」操作、状態を検出する |
| | サービス 干渉 | リソース組み合わせ チェック | <u>サービス干渉検出</u> ：端末、端末上で動作するソフトウェア、通信プロトコル間の干渉の恐れのある組み合わせを判断 |
| | デバイス/ ネットワ ーク機器 ¹ | 白物（家電） | 基本機器情報取得：型名や設置時期を取得して経年劣化による故障かを判断する（ECHONET/DLNA等） <u>端末接続確認</u> ：ネットワーク到達可能であることの確認（ICMP等） <u>端末動作情報取得</u> ：デバイスステータス、エラー情報、統計情報を取得して障害要因を特定（ECHONET/DLNA等） <u>トータル情報管理</u> ：端末の契約情報を取得（資産管理等） <u>端末自動設定</u> ：端末の設定情報を外部から取得し、設定する機能 |
| | | 黒物（AV機器） | |
| | | 銀物（PC/スマートフォン） | |
| ネットワーク機器 | | | |
| ネット ワーク | 負荷試験ツール | <u>基本計測機能</u> ：基本的なMIBの統計情報（TTC HTTP、SNMP）の取得 <u>低位レイヤ負荷試験</u> ：ping flooding、netperfによるネットワーク負荷ツールを利用した試験 <u>アプリケーションレイヤ負荷試験</u> ：負荷発生装置による試験 | |
| WAN | サービス/ ネット ワーク | サービスチェック | <u>ネットワークレイヤ競合チェック</u> ：SNMP、OAM等を利用して取得した情報による競合関係のチェック <u>アプリケーションレイヤ競合チェック</u> ：BBF TR-069、UPnP DM等を利用して取得した情報による競合チェック |
| | | 評価ツール | <u>接続状態</u> ：トラフィック情報収集 <u>帯域制御</u> ：QoS制御 |

1.2 スコープ

本ガイドラインの適用範囲を図 1-1 に示す。全体のアーキテクチャは、ITU-T Y.2070 に準拠する。このアーキテクチャでは、管理 PF と HGW が共通機能である。管理 PF はアプリケーションインタフェースを提供するとともに、各 HGW の下に接続されるデバイス情報を管理している。HGW はさまざまなデバイスに対応するためのインタフェース機能とプロトコル変換機能を有している。

HGW の右側が HN となる。この図では近距離無線に関するネットワーク機器のみを記載し、有線系のハブやルータ等の記載は省略した。なお、本技術レポートでは、マルチホップ通信によるデバイス接続を認めるため、末端に接続されるデバイスをエンドデバイス、途中で中継されるデバイスは中継ノードと記載することとする。

エンドデバイスの接続方法は、(1)有線接続（有線 LAN、ケーブル）、(2)シングルホップ通信（インフラストラクチャモード通信等）、(3)マルチホップ通信の 3 種類である。ただし、マルチホップ通信については、2 ホップまでとする。2 ホップに限定するのは、各ノードで収集すべき項目が複雑になること、分析方法が複雑であることから、次版以降での検討とすることにした。

¹ TTC TR-1053 ではデバイスとネットワーク機器を合わせて端末と表記したが、本技術レポートでは端末という表記をやめデバイス/ネットワーク機器と記載する。

今回対象とする近距離無線方式と想定するプロトコルは以下のとおりである。

近距離無線：Wi-Fi (IEEE 802.11)、ZigBee/Wi-SUN (IEEE 802.15.4)、Bluetooth (IEEE 802.15.1)

プロトコル：HTIP (JJ-300.00/G.9973)、LLDP、UPnP、SNMP、ECHONET Lite

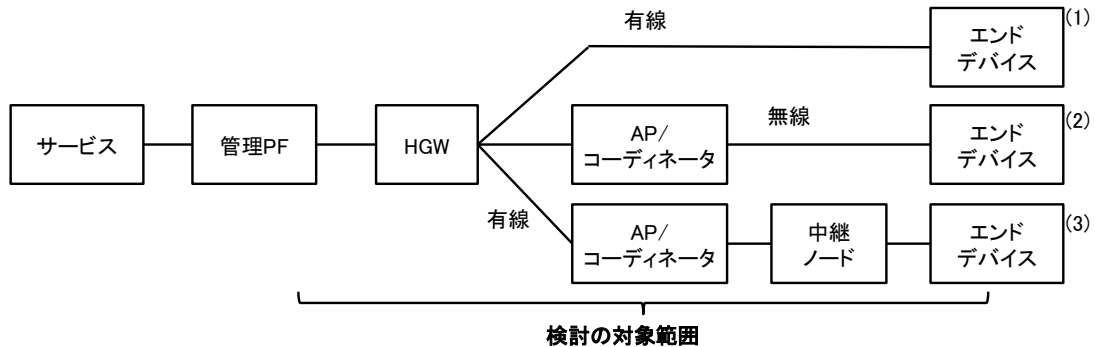


図 1-1 本ガイドラインのスコープ

本ガイドラインで記載する機能は、主に障害原因を特定するために必要となる情報を各エンドデバイス、ネットワーク機器から収集することである。HN における全ての情報は、HGW に一度蓄積されたのちに、管理 PF において管理される。また、サービスは、コールセンターやサポートセンターに提供されるエンドデバイスの障害情報を表示するものであり、該当するエンドデバイスやネットワークの状況を遠隔から取得する。

1.3 TR-1043 との対応関係

TTC TR-1043では、HNのネットワークモデル (図1-2) を定めている。このモデルは、JSCAスマートハウス・ビル標準・事業促進検討会のモデルに対応しており、本ガイドラインでもこのネットワークモデルに準拠する。なお、WANルータは図1-1のHGWにおけるアクセスゲートウェイ機能²に相当する。本技術レポートでは、サービスゲートウェイ機能³を含むためにHGWとして記載する。

障害原因の解析に必要な情報を取得する方法として、HTIPをベースに検討する。すなわち、リンクレイヤブロードキャストドメイン内のネットワーク構成情報を取得する。TTC TR-1043で規定されるネットワークモデル (図1-2) において、A/A'点のみが対象であり、B/B'点、C点は対象外とする。

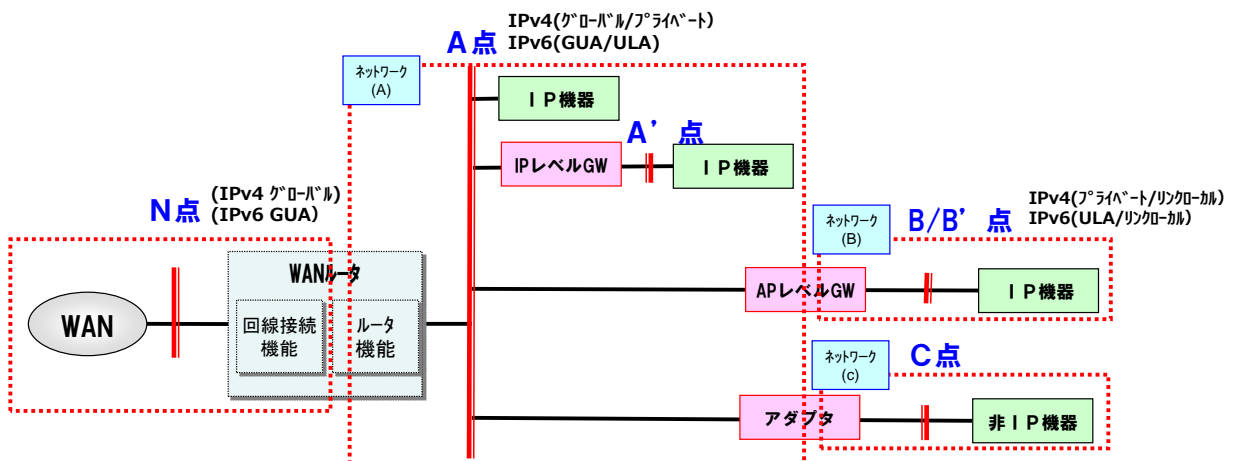


図1-2 ネットワークモデル (TTC TR-1043)

² アクセスゲートウェイは、IPパケットをWANとHNとの間で中継する機能

³ サービスゲートウェイは、アプリケーション通信をWANとHNとの間で中継する機能

第2章 ユースケース

カスタマサポートとして検討すべき障害検出方法について、無線LANを使ったHNを一つのユースケースとして検討する。

2.1 HN 遠隔保守の課題

近距離無線技術は、ケーブルをあらためて配線する必要がない点で手軽に導入が可能で、HNサービスの普及・発展のために積極的に活用されることが期待されている。一方、有線通信方式と比較して、何と何がつながっているかを目視で確認できないため、障害が発生した際はその状況を把握することが困難な場合が多い。また、さまざまな信号源からの電波干渉により通信品質が低下することがよく知られているが、実際にどの機器が何に影響されているかを具体的に把握することは、専門家による計測器等の調査により問題の切り分けを行う必要があるのが実情である。本レポートではTR-1053で未対応であった近距離無線技術について、専門家に頼らず、HNを構成する機器自体にカスタマサポート機能を実装し、遠隔からの状況把握を可能とし、円滑な保守対応を行うために求められる機能について検討を行った。

2.2 近距離無線の障害と原因（無線LAN機器の事例分析）

前述のとおり導入が容易で利用者数を伸ばしている無線LANは、単にインターネットを閲覧するだけの利用にとどまらず、DLNAやECHONET Lite対応機器と接続しホームエンタテインメントなどのHNを楽しむ家庭も次第に増えつつある。加えて、昨今のスマートフォンの爆発的な普及により、スマートフォンを利用した家電の操作、スマートフォンの映像をテレビ画面に表示させるのに無線LANを利用するケースも増えつつある。こうした利用シーンの拡大とともに無線LANにまつわる障害の事例も報告されてきている。次頁の表2-1は無線LANの障害事例を収集しまとめたものである。

表2-1 障害事例

| 現象 | 現象詳細 | 分類 |
|--------------------------|--|----|
| 時間によりつながらない、速度低下 | 近隣のAPと同一または隣接するチャネルを利用しているため、APからエンドデバイスに送信するタイミングがとれない | 1 |
| | 同一または隣接するチャネルを利用する隣家のAPが通信中で自宅APが待機しているにもかかわらず、隣家のAPのエリア外の自宅エンドデバイスが自宅APに向け送信を繰り返す（さらし端末問題） | 2 |
| | 特定のエンドデバイスがチャネルを占有するため、APからデバイスに送信できない ⁴ | 3 |
| | 特定のエンドデバイスがチャネルを占有するため、APが他のデバイスが信号を送信できない ⁴ | 4 |
| | APのエリア内に多数のエンドデバイスが存在するため、APからデバイスへの送信がしきれない（例えば、1000デバイスを1分ごとにコントロール等） | 5 |
| | 自宅APエリア内にいる同一チャネルを使う隣家のエンドデバイスが通信中、自宅APが待機中にもかかわらず、隣家のエンドデバイスの電波が届かない自宅エンドデバイスが送信を繰り返す（隠れ端末問題） | 6 |
| | APと特定のエンドデバイス間に新たに通信を妨げるモノが置かれたり、ドアの新設や材質変更され、電波の伝搬に影響を与えている | 7 |
| | マルチパスにより、デバイスが受信できない、もしくはAPが受信できない | 8 |
| | 意図せぬ信号源による干渉（技適を取得していない海外製品、屋内配線、特に衛星受信アンテナの引き込み配線など） ⁵ | 9 |
| （ある時を境に）常時特定のデバイスにつながらない | デバイスの消失（使い捨てのデバイス、機器置き換えにより存在しなくなった） | 10 |
| | 特定のデバイスが電池切れや故障により通信ができなくなった | 11 |
| | APが特定のデバイスに関して、通信環境悪い場所へ移設されたために通信できない（障害物が多くなる、デバイスからの距離が長くなる） | 12 |
| | エンドデバイスが電波環境の悪い場所へ移動したためAPと通信できなくなった | 13 |
| | 意図せぬ信号源による干渉（技適を取得していない海外製品、屋内配線や衛星受信アンテナの引込み線などからの漏洩電波など） ⁵ | 9 |
| | 認証のないAPに誤って接続してしまいAPと通信できない | 14 |
| （ある時を境に）すべてのデバイスにつながらない | APが故障したため通信ができなくなった | 15 |
| | APと接続できないため、再起動したことによる設定情報が変更された | 16 |
| | 意図せぬ信号源による干渉（技適を取得していない海外製品、屋内配線、特に衛星受信アンテナの引込み線など） ⁵ | 9 |

⁴ 市場で供給されている多くのAPは無線LANの各規格について後方互換性があり、規格混在環境での利用が可能。規格の混在環境で、かつメーカー混在環境下においてはメーカーごとの実装の差異もあり、APが実装する接続制御（CSMA-CA）が、エンドデバイスに「均等」に接続を確立する効果を発揮できるとは限らず、かかる現象が発生する。

⁵ 意図せぬ信号源の例

- ・日本と異なる周波数割り当ての海外製品の使用により妨害（例：ベビーモニター、トランシーバ等）
- ・システム内/外の機器の隣接チャネルの歪りが当該チャネルに混入する場合がある
- ・配線工事等の不良により妨害波の発生要素を作りこむ場合（衛星受信アンテナの引き込み線処理不良等）
- ・システム内/外の装置の不要発射により、通信チャネル内に妨害信号が存在し、通信不能（例：電子レンジ、違法無線局、ソーラ発電インバーターノイズ）など

本事例を素材に、こうした障害申告を利用者から受領した場合に必要なカスタマサポート機能について、利用できる切分け手順の確立、是正措置の定型化に資することをめざして障害原因の類型化を試みた。

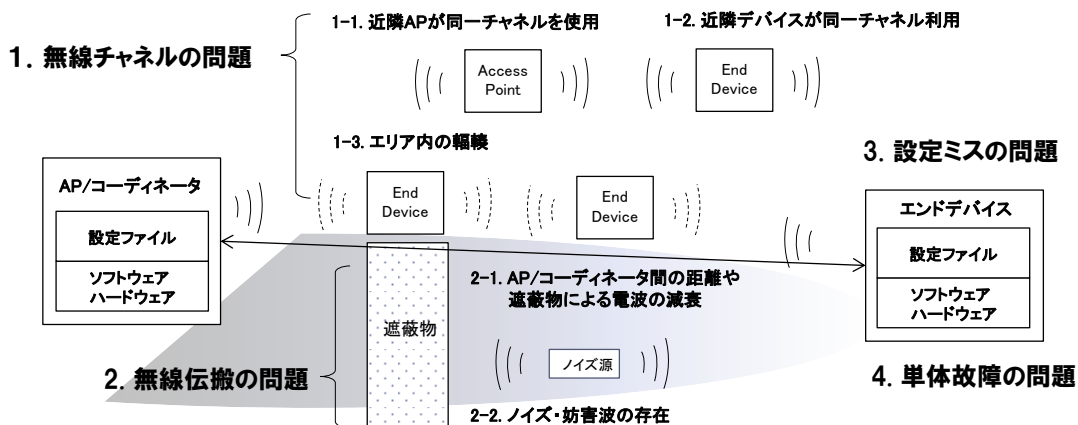


図2-1 近距離無線通信の構成と障害類型化について

図2-1は、AP-エンドデバイス間の伝送区間について通信や接続に影響を及ぼす要素として、通信を確立するAP、エンドデバイスの各単体の故障（fault）と設定ミスの問題に加え、使用する無線チャンネルに関する問題、ならびに主に信号の伝搬に影響のある無線伝搬の問題の、4つの障害の原因類型を示したものである。

表2-2 障害の原因類型

| 項番 | 原因類型 | 概要 |
|----|---------|---|
| 1 | 無線チャンネル | エリア外の機器とのチャンネルの競合や、デバイス間の接続要求の競合、たくさんのエンドデバイスの送信待ち輻輳など、使用する無線チャンネルにまつわる問題 |
| 2 | 無線伝搬 | APとエンドデバイスが送受信する搬送波への影響や、電波の干渉、減衰、反射によるマルチパスの影響などの、無線伝搬にまつわる問題 |
| 3 | 設定ミス | APやエンドデバイス等の機器の初期設定ミスや誤って設定を工場出荷状態等の初期値に戻してしまうケースなど設定ミスにまつわる問題 |
| 4 | 単体故障 | APやエンドデバイスのハードウェア故障、電源故障、電池切れなどの機器単体の不具合・故障にまつわる問題 |

TR-1053と同様にこれらの原因類型について、ITU-T Y.2070のアーキテクチャを前提として障害ごとにあてはめを行い、HNに必要なカスタマサポート機能を検討する。その前提として、表2-1の事例について図2-2、2-3、2-4で具体的にあてはめを行った。

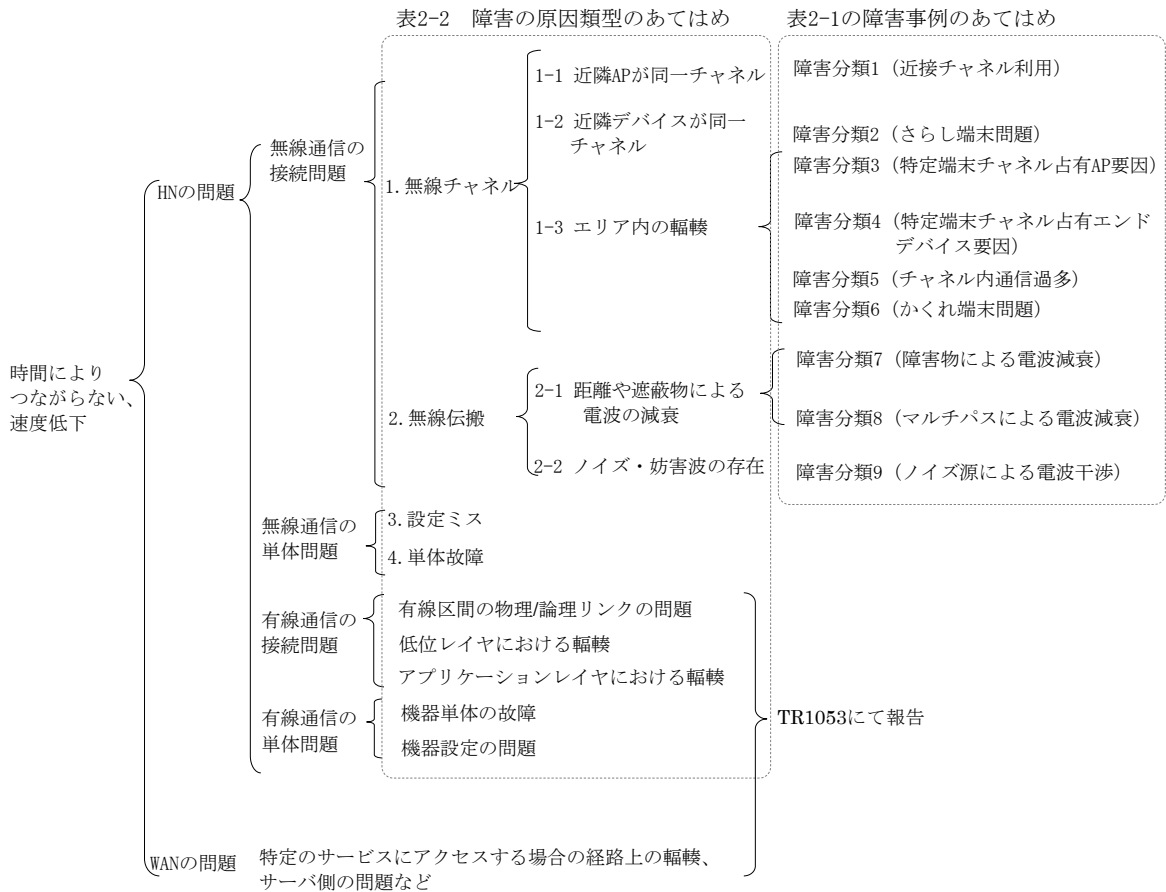


図2-2 「時間によりつながらない、速度低下」の事例あてはめ

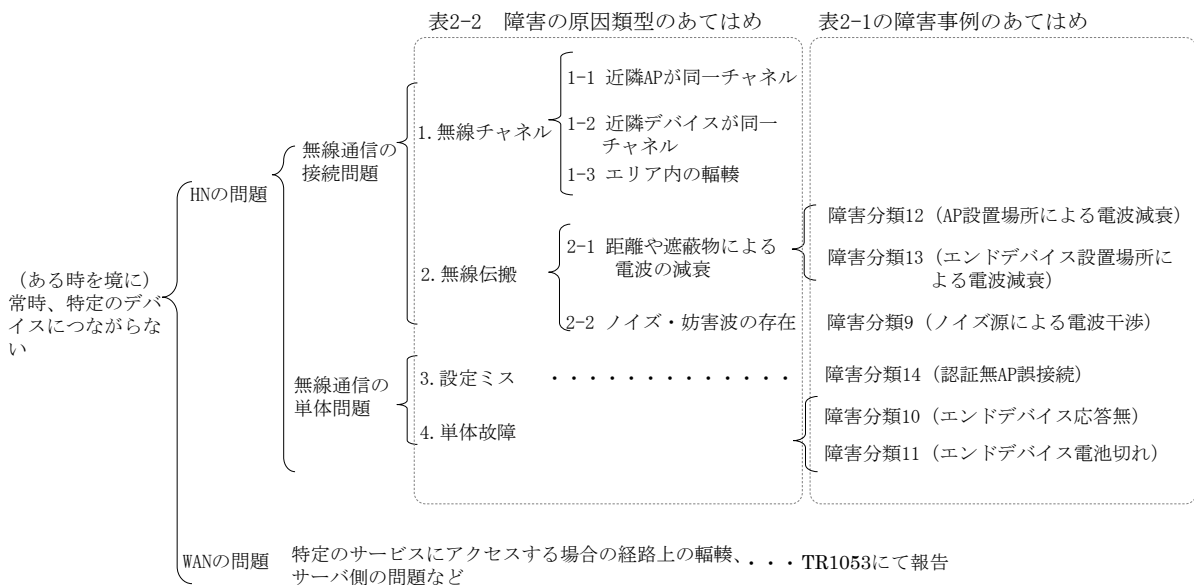


図2-3 「(ある時を境に) 常時、特定のデバイスにつながらない」障害の事例あてはめ

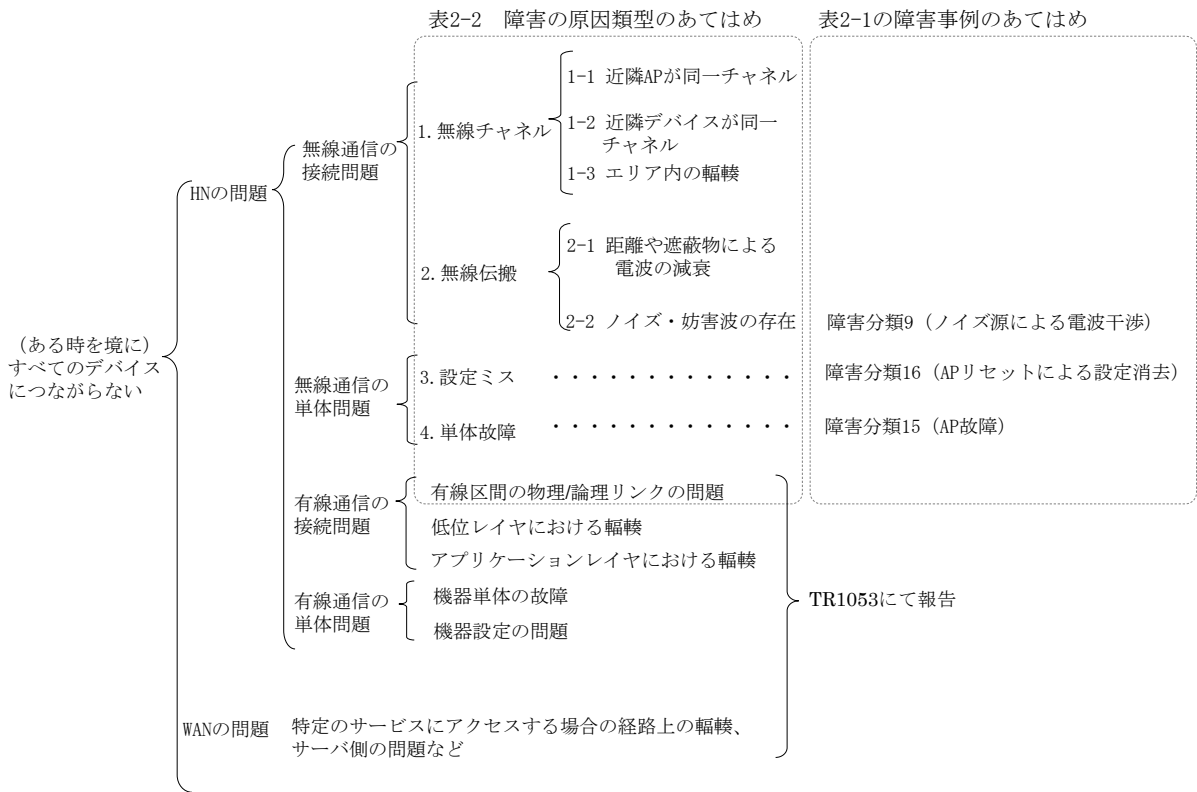


図2-4 「(ある時を境に) すべてのデバイスにつながらない」障害の事例のあてはめ

第3章 技術要件

各種の無線技術によってHN内のエンドデバイスが接続されるケースを中心に、HNにおける障害を検出するための技術要件について述べる。第2章では、主に無線LANを使用した際の障害分類を行ったが、本章以下ではZigBee/Wi-SUN (IEEE 802.15.4) 等の近距離無線も含めて検討を行う。

3.1 障害要因と検出方法

HNの障害を検出するには、HNに接続されるエンドデバイスやネットワーク機器が、障害要因を直接的、または間接的に判断できる情報を提供できなければならない。まだ明確な手法は確立されていないが、以下のような情報が得られると要因が特定しやすいと言われている。

- (A) セルフチェック機能 (通信インタフェース状態、端末機能の内部状態)
- (B) エンドデバイスNW離脱チェック機能
- (C) ペアリング情報 (認証も含む) 出力機能
- (D) チャンネル使用状態取得機能
- (E) 電波強度測定機能 (ネットワーク機器のRSSI)
- (F) 通信エラー率測定機能 (FER, PER, BER 等)

上記の機能を組み合わせることにより、4種類の障害要因を次のように特定することができる。障害要因と検出手段を組み合わせると、表3-1のようになる。

(1) 無線チャンネルの問題

チャンネルスキャンにより同一又は隣接チャンネルにおける、他の無線機器のチャンネル使用状態を把握し、チャンネルの競合が発生しているか確認できる。

(2) 無線伝搬の問題

無線機器間の距離が遠い場合や、途中で障害物 (壁など) がある場合、また反射によるマルチパスが発生している場合は通信相手の電波強度 (RSSI)が弱くなる。また、使用チャンネルにノイズや干渉波がある場合、通信エラー率が高くなるとともに干渉波の電波強度が強くなる。

(3) 設定ミスの問題

AP/コーディネータのペアリング情報を取得することにより、目的のデバイスが正しくペアリング (設定) されているか把握できる。

(4) 単体故障の問題

AP やエンドデバイスのハードウェア故障などは、セルフチェック機能を駆使することで機器単体の不具合・故障にまつわる問題を把握できる。

表 3-1.は、上述したエンドデバイス、AP/コーディネータの各機能を組合せることにより、無線障害要因の検出手段をまとめたものである。

表 3-1.障害検出手段と検出できる障害要因

| 検出手段 | 障害要因 | | | |
|--------------------|---------|------|------|------|
| | 無線チャンネル | 無線伝搬 | 設定ミス | 単体故障 |
| (A)セルフチェック | | | | ○ |
| (B)エンドデバイスNW離脱チェック | ○ | | | |
| (C)ペアリング情報出力取得 | | | ○ | |
| (D)チャンネル使用状態取得 | ○ | ○ | | |
| (E)電波強度測定 | | ○ | | |
| (F)通信エラー率測定 | | ○ | | |

例えば、意図せぬ信号源から干渉等をうけた場合の事例では、「チャンネルスキャン」を行い、自局が使用する帯域に干渉波の電波エネルギーが存在し、かつ通信エラー率が高い場合は、干渉波の影響を受けていると推定できる。

表 3-2.は、具体的な無線障害事例における、検出手段の組合せをまとめたものである。

表 3-2.具体的な無線障害事例における検出手段方法例

| 分類 | 現象詳細 | 検出手段 |
|----|---|-------|
| 1 | 近隣のAPと同一または隣接するチャンネルを利用しているため、APからエンドデバイスに送信するタイミングがとれない | D |
| 2 | 同一または隣接するチャンネルを利用する隣家のAPが通信中で自宅APが待機しているにもかかわらず、隣家のAPのエリア外の自宅エンドデバイスが自宅APに向け送信を繰り返す（さらし端末問題） | D |
| 3 | 特定のエンドデバイスがチャンネルを占有するため、APからデバイスに送信できない | D |
| 4 | 特定のエンドデバイスがチャンネルを占有するため、APが他のデバイスが信号を送信できない | D |
| 5 | APのエリア内に多数のエンドデバイスが存在するため、APからデバイスへの送信がしきれない（例えば、1000デバイスを1分ごとにコントロール等） | C,F |
| 6 | 自宅APエリア内にいる同一チャンネルを使う隣家のエンドデバイスが通信中、自宅APが待機中にもかかわらず、隣家のエンドデバイスの電波が届かない自宅エンドデバイスが送信を繰り返す（隠れ端末問題） | D,F |
| 7 | APと特定のエンドデバイス間に新たに通信を妨げるモノが置かれたり、ドアの新設や材質変更され、電波の伝搬に影響を与えている | E,F |
| 8 | マルチパスにより、デバイスが受信できない、もしくはAPが受信できない | E,F |
| 9 | 意図せぬ信号源による干渉（技適を取得していない海外製品、屋内配線、特に衛星受信アンテナの引き込み配線など） | D,F |
| 10 | デバイスの消失（使い捨てのデバイス、機器置き換えにより存在しなくなった） | B |
| 11 | 特定のデバイスが電池切れや故障により通信ができなくなった | A |
| 12 | APが特定のデバイスに関して、通信環境悪い場所へ移設されたために通信できない（障害物が多くなる、デバイスからの距離が長くなる） | B,E,F |
| 13 | エンドデバイスが電波環境の悪い場所へ移動したためAPと通信できなくなった | B,E,F |
| 14 | 認証のないAPに誤って接続してしまいAPと通信できない | C |
| 15 | APが故障したため通信ができなくなった | A |
| 16 | APと接続できないため、再起動したことによる設定情報が変更された | B,C |

なお、マルチホップ無線を利用する場合、ネットワーク管理を行うAP/コーディネータや、末端の機器として親機と通信を行うエンドデバイス以外に、NW層でパケットの経路制御をしながら中継する無線ルータや、MAC層でパケットを複製して中継する無線リピータ等の中継ノードも含んだネットワーク構成をとる。マルチホップ無線の障害については、表3-2の原因番号1,2,3を表3-3のように修正して対応する。

表 3-3.マルチホップ無線における無線障害事例の修正

| 分類 | 現象詳細 | 検出手段 |
|----|--|------|
| 1' | 近隣のAP/コーディネータと同じもしくは電波干渉の恐れのある隣接チャネルを使用し、AP/コーディネータまたは中継ノードに送信するタイミングがとれない。 | D |
| 2' | 近隣のAP/コーディネータと同じもしくは電波干渉の恐れのある隣接チャネルを使用し、エンドデバイスが送信してもAP/コーディネータまたは中継ノードで受信できない | D |
| 3' | ある無線機器が、同じチャネル、または電波干渉の恐れのある隣接チャネルにおいて大量のデータ通信を行うため、AP/コーディネータまたは中継ノードがエンドデバイス等に送信できない | D |

3.2 障害検出手段

3.2.1 セルフチェック機能

エンドデバイス、AP/コーディネータ自身で障害を検出し、通信状態やエンドデバイス、AP/コーディネータ機能内部の障害情報を通知する。

エンドデバイス、AP/コーディネータ独自の内部エラー情報の他、ECHONET Liteの機器のオブジェクトスーパークラスで規定される、異常発生状態 (EPC=0x88)、メカ異常コード (EPC=0x86) などを通知する。

また、エンドデバイス、AP/コーディネータ自身は障害と認識していないが、該当エンドデバイス、AP/コーディネータの障害と見込まれる際のデバイス内部の状態や設定情報など、当初から整備することは難しいが、必要な内部情報を取得可能にする無線機器通信インタフェースを規定することも可能。

3.2.2 エンドデバイス NW 離脱チェック機能

AP/コーディネータは、エンドデバイスがNWに接続しているかチェックし、その結果を通知する。

3.2.3 ペアリング情報出力機能

AP/コーディネータは、自局とペアリングしているデバイスの情報を保持し、その内容を通知する。

3.2.4 チャネル使用状態取得機能

AP/コーディネータが使用するチャネルのスキャンを行い、他の無線機器との干渉状況(程度)を測定し、その結果を通知する。この検出方法には、自己の信号フォーマットと同一の信号のみを検出する CS/CCA モードと、信号フォーマットに関わらず電波の平均受信強度を検出する CCA-ED (Energy Detect) モードの2種類がある⁶。なお、あらゆる干渉波の状況を把握するには、CCA-ED (Energy Detect)が必要である。

CCA-ED (Energy Detect) による検出が望ましいが、CCA-ED の実装は地域および使用周波数に依存するオプションであり、IEEE802.11-2012 では 北米においては 3GHz 以上にのみ CCA-ED の実装を義務化⁷している。2.4GHz 帯では CCA-ED が実装されていないか、実装されていても使用していない場合がある。

⁶ IEEE802.11-2012 18.3.10.6 CCA requirements を参照。また OFDM 以前の DSSS/CCK におけるキャリアセンスオプションについては 16.4.8.5 および 17.4.8.5 を参照のこと。

⁷ IEEE802.11-2012 Table E-1～E-4 を参照のこと。

3.2.5 電波強度測定機能

相手局の電波強度（RSSI）を測定し、その結果を通知する。一般に距離が遠くなれば小さくなる。自局の受信感度を勘案して電波強度の適否が判断できる。

3.2.6 通信エラー率取得機能

無線機器間の実際の通信における通信エラー率を測定し、その結果を通知する。無線通信における通信の安定度合いが判断できる。一般に電波干渉が発生している場合や、設置場所が遠くかつ電波強度が低い場合は、通信エラー率が高くなる。

PERの測定は、通常の無線通信における「再送回数÷送信回数」とし、送信の度に更新される値とする。

3.3 障害情報の集約

エンドデバイスおよびAP/コーディネータで取得した情報は、HGWで一旦集約してから管理PFに通知する。通知する情報は以下の通りである。

エンドデバイスは、AP/コーディネータに「セルフチェック結果」、「電波強度」、「通信エラー率」を通知する。

AP/コーディネータは、HGWへ「セルフチェック結果」、「NWエンドデバイス離脱チェック結果」、「チャンネルスキャン結果」、「電波強度」、「通信エラー率」を通知する。また、エンドデバイスから取得した「セルフチェック結果」、「電波強度」を一旦保持し、HGWへ通知する。

図3-1にエンドデバイス、AP/コーディネータの情報が管理PFを経由してカスタマサポートセンターに通知される流れを示す。機器メーカーからの要請が特でない場合には、全ての情報が総合窓口へ通知される。しかし、機器メーカーの多くは、他社に障害情報を流れることを望まないため、障害情報の有無だけが総合窓口へ通知され、メーカー毎の情報は各メーカーの保守センターにのみ通知されるケースが考えられる。管理PFはデバイスの情報を特定のアプリケーションにのみ通知することが必要となる。

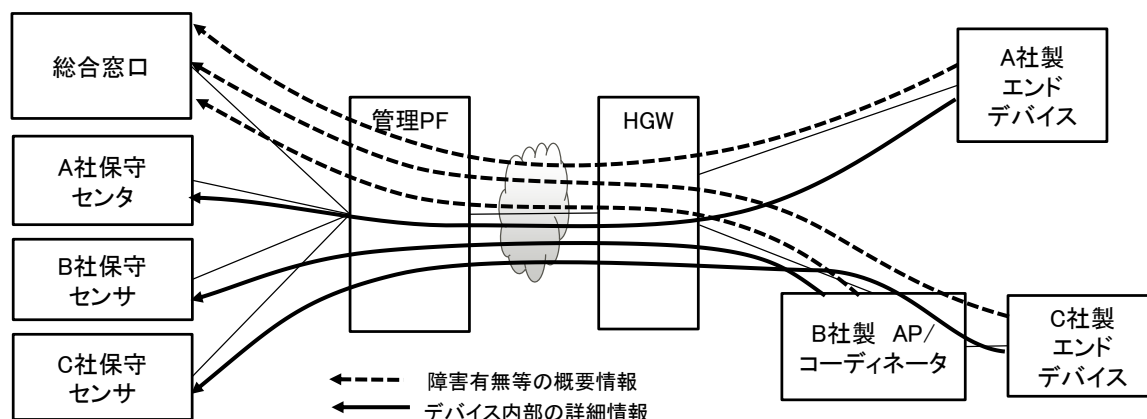


図 3-1 障害情報の流れ

第4章 アーキテクチャ

第3章までにHNに接続されるエンドデバイス、ネットワークの障害を検出する方法について述べた。HNでは複数のエンドデバイスが、様々なネットワークを通じて接続されているため、これらの情報を集約して、同時に発生する様々な事象から障害を検出し、障害原因を切り分けることが必要である。

この章ではエンドデバイス、ネットワークで発生する障害情報をカスタマサポートで収集するためのアーキテクチャについて述べる。

4.1 概要

HNに接続されるエンドデバイスをクラウドから参照および制御を行うためのアーキテクチャとして、ITU-T Y.2070がある。このアーキテクチャでは、エンドデバイス内部の状態を取得し、ON/OFF等の制御を行うことができるが、エンドデバイスのネットワーク機能とネットワーク機器にまで拡大することで、HNで発生する障害に関する情報をインターネットに集約する。

図4-1は、カスタマサポートが遠隔からHN内の障害検出を可能とするアーキテクチャである。

このアーキテクチャでは、2種類のアプリケーションが動作する。ひとつはサービスアプリケーションであり、もうひとつはカスタマサポートである。これらのアプリケーションは同じアーキテクチャで動作するが、図4-1ではカスタマサポートに関する機能についてのみ記載する。HGWより右側はHNを示しており、ネットワーク機器を経由してエンドデバイスが接続されている。

このアーキテクチャでは、エンドデバイスの障害情報、もしくは障害を検出するのに必要な情報を取得するエージェントがエンドデバイスに存在し、このエージェントがHGWに対して障害情報を通知する。住宅毎にHGWに収集された情報は、管理PFのリソース管理機能に集約され、カスタマサポートを実現するアプリケーションから参照される。リソース情報収集機能は、機器の設定情報や他の内部状態等を収集する機能であり、エンドデバイスの製造者が障害原因を分析するために必要となる情報を外部から参照可能にすることにより、有効に機能する。

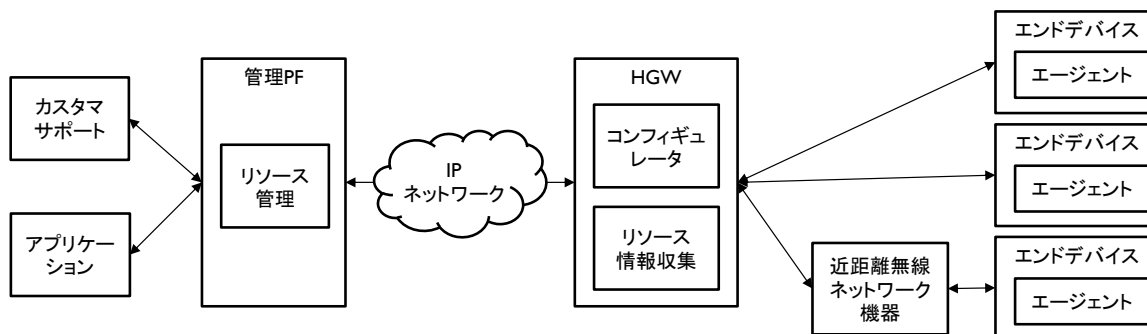


図4-1 障害検出アーキテクチャ (Y.2070)

4.2 HNにおける障害情報通知

エンドデバイスおよびネットワーク機器で取得される情報をHGW、管理PFで集約する方法について説明する。

HN内のネットワーク構成情報を取得するプロトコルとしてはHTIPを採用する。また、エンドデバイス属性情報を取得するプロトコルとしては、UPnP/HTIP、ECHONET Lite、SNMP等を利用する。詳細については5章で説明するが、基本的な考え方としては、エンドデバイスやネットワーク機器の適用分野によって採用されるプロトコルはさまざまであるため、HGWにてエンドデバイス・ネットワーク機器毎のプロトコルに対応して、リソース情報収集機能で統一的に管理するものとする。ここで想定するプロトコルは、エンドデバイスやネットワーク機器の内部に表現される属性とその値の組で表現されることが多い。そこで、リソー

ス情報収集では、全てのエンドデバイス情報を<属性名、属性値>で管理することとする。なお、この情報を管理PFに通知する場合の、エンドデバイス情報の表現方法（XML、CSV、JSON等）や表現されたデータを通信するプロトコル（HTTP、MQTT、CoAP、WebSocket、BBF TR-069等）については別途規定される。

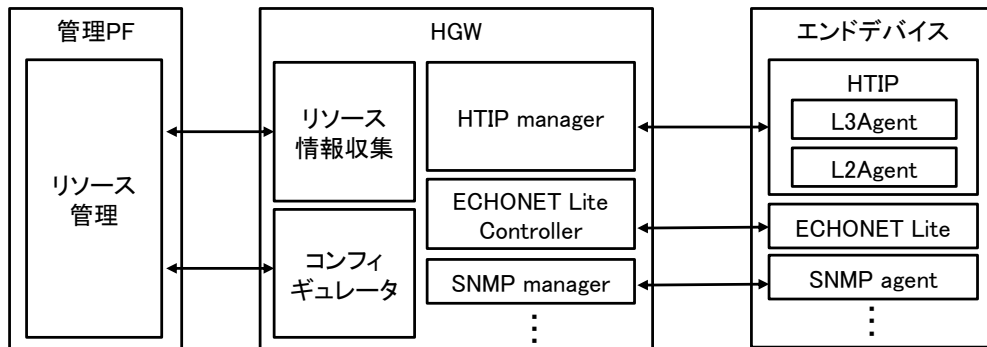


図4-2 障害情報通知と復旧設定

4.3 シングルホップ無線における障害情報通知

ネットワーク情報（機器、コネクション）については、HTIPを拡張して対応する。プロトコル詳細については5章で述べる。ここでは通知方法を示す。

(1)セルフチェック機能

AP/コーディネータのセルフチェック結果をHGWへ通知する。通知はAP/コーディネータからの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンド通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

エンドデバイスは、セルフチェック結果を、AP/コーディネータ経由でHGWへ通知する。通知はエンドデバイスからの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンド通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

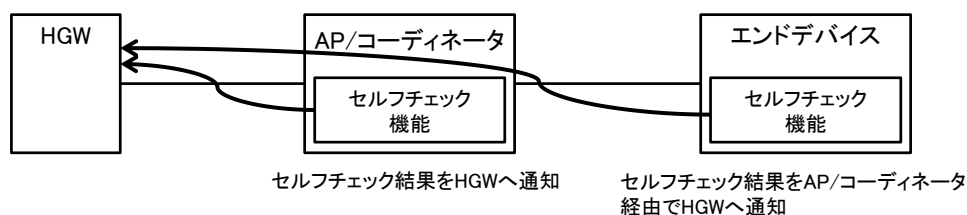


図4-3 セルフチェック機能（シングルホップ無線）

(2) エンドデバイスNW離脱チェック機能

AP/コーディネータは、エンドデバイスのNW離脱確認（エンドデバイスからの数回連続無応答等）を行い、HGWへ通知する。

通知はAP/コーディネータからの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンド通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

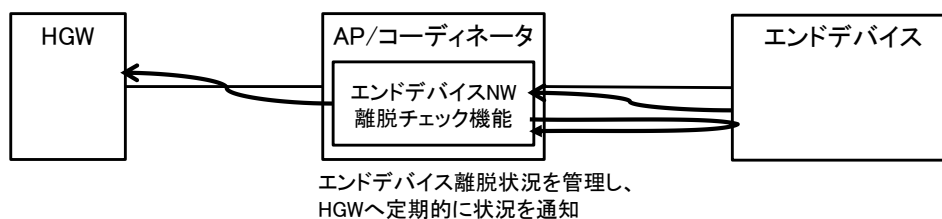


図4-4 エンドデバイスNW離脱チェック機能（シングルホップ無線）

(3)ペアリング情報出力機能

AP/コーディネータは、各エンドデバイスとのペアリングの状態（未、認証中、完了）を管理し、HGWへ通知する。通知はエンドデバイスからの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンド通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

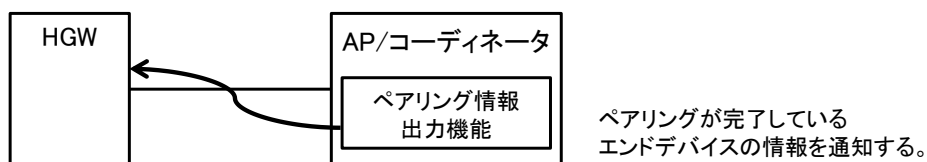


図4-5 ペアリング情報出力機能（シングルホップ無線）

(4)チャンネル使用状態取得機能

新規のNW構築時に、AP/コーディネータがチャンネルスキャンして、NW全体の運用チャンネルを決定する。

AP/コーディネータは、RSSIは強いがPERが大きいなどの干渉要因を一定期間連続して検出した場合に、その時点で運用しているチャンネルを再度スキャンする。運用チャンネルの輻輳と判断した場合には、HGWへ通知する。

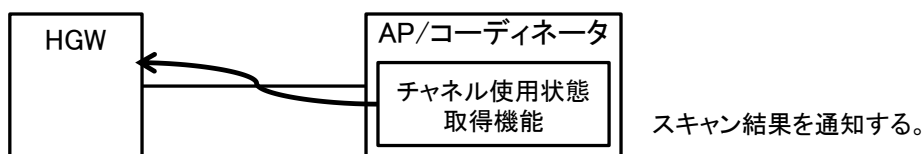


図4-6 チャンネル使用状態取得機能（シングルホップ無線）

(5)電波強度測定機能

AP/コーディネータは、各エンドデバイスからの最後（または過去数回分）の受信パケットのRSSI値をエンドデバイスごとに管理する。通知はエンドデバイスからの定期通知を必須とし、拡張機能とし異常検出時のオンデマンドで通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

エンドデバイスは、AP/コーディネータからの最後（または過去数回分）の受信パケットのRSSI値を管理する。

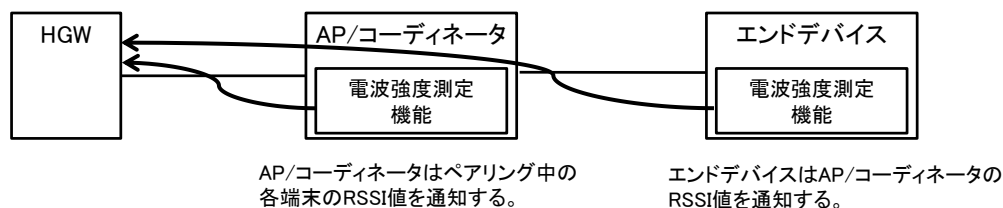


図4-7 電波強度測定機能（シングルホップ無線）

(6)通信エラー率測定機能

AP/コーディネータは、各エンドデバイスとの通常通信において、所定の送信回数に対する再送回数を記録する。また再送信回数は送信の度に随時更新するものとし、最新の「再送信回数÷所定の送信回数」を管理する。

通知はAP/コーディネータからの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンドで通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

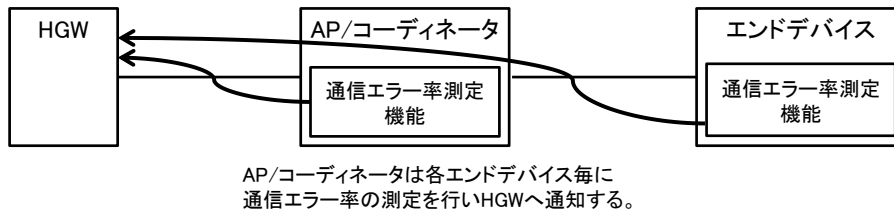


図4-8 通信エラー率測定機能（シングルホップ無線）

4.4 マルチホップ無線における障害情報通知

マルチホップ無線を利用する場合における、各障害検出手段の通知方法を以下に示す。

(1)セルフチェック機能

各機器は、定期的にセルフチェックを行い、機器自身の異常を管理する。通知は各機器からの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンド通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

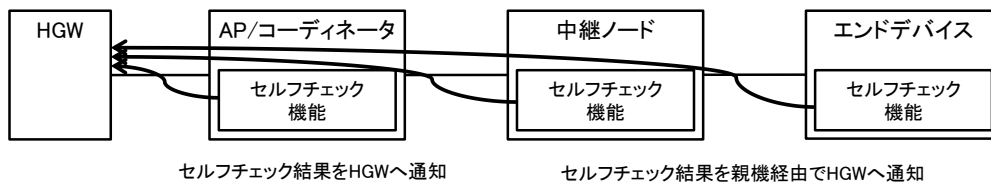


図4-9 セルフチェック機能（マルチホップ無線）

(2)エンドデバイスNW離脱チェック機能

エンドデバイスが接続しているAP/コーディネータと中継ノードは、各エンドデバイスからの数回連続で応答なしを検出した際に、エンドデバイスのNW離脱を判定する。エンドデバイス離脱の情報は、定期的にAP/コーディネータに集約して、AP/コーディネータがNW全体の接続状態を管理する。

HGWへの通知はAP/コーディネータからの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンド通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

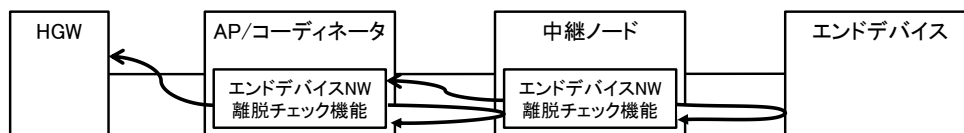


図4-10 エンドデバイスNW離脱チェック機能（マルチホップ無線）

(3)ペアリング情報出力機能

エンドデバイスが接続しているAP/コーディネータと中継ノードは、各エンドデバイスとのペアリングの状態（未接続、完了）を管理する。ペアリング情報は、定期的にAP/コーディネータに集約して、AP/コーディネータがNW全体のペアリング状態を管理する。

HGWへの通知はAP/コーディネータからの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンド通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

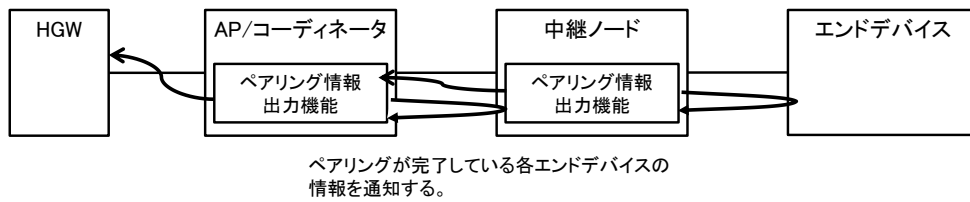


図4-11 ペアリング情報出力機能（マルチホップ無線）

(4)チャンネル使用状態取得機能

新規のNW構築時に、AP/コーディネータがチャンネルスキャンして、NW全体の運用チャンネルを決定する。

AP/コーディネータは、RSSIが強いのにPERが大きいのなどの干渉要因を一定期間連続して検出した場合に、その時点で運用しているチャンネルを再度スキャンする。運用チャンネルの輻輳と判断した場合には、HGWへ通知する。

ここで、他のチャンネルをスキャンして、NW全体の運用チャンネルを空きチャンネルへ変更する処理を拡張機能として実施しても良い。

また、マルチホップ無線を利用している場合、2ホップ以上離れている中継ノードやエンドデバイスは、AP/コーディネータの電波が直接届かない場所にある可能性が高く、AP/コーディネータのチャンネルスキャンでは、輻輳が判定できない。中継ノードにチャンネルスキャン機能を搭載し、離れた場所ごとにローカルにチャンネルスキャンし、その結果をAP/コーディネータが管理する仕組みを拡張機能として実施しても良い。

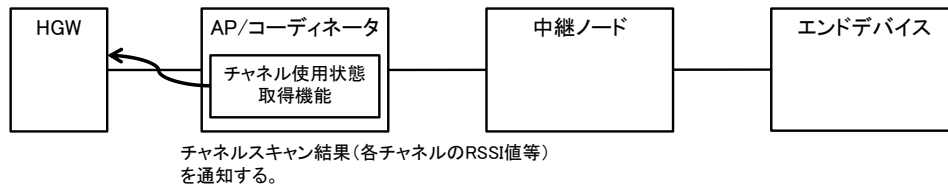


図4-12 チャンネル使用状態取得機能（マルチホップ無線）

(5)電波強度測定機能

エンドデバイスが接続しているAP/コーディネータと中継ノードは、各エンドデバイスからの最後（または過去数回分）の受信パケットのRSSI値をエンドデバイスごとに管理する。

中継ノードとエンドデバイスは、AP/コーディネータからの最後（または過去数回分）の受信パケットのRSSI値を管理し、定期的にAP/コーディネータへ通知する。

RSSI情報は、定期的にAP/コーディネータに集約して、AP/コーディネータがNW全体のRSSI状態を管理する。HGWへの通知はAP/コーディネータからの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンド通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

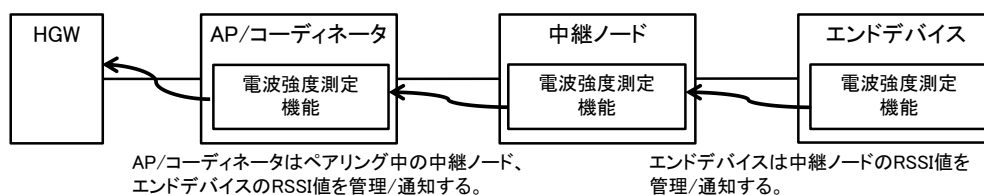


図4-13 電波強度測定機能（マルチホップ無線）

(6)通信エラー率測定機能

エンドデバイスが接続しているAP/コーディネータと中継ノードは、過去数回分の各エンドデバイスへの再送パケット数を記録し、各エンドデバイスとの通信状態を管理する。

AP/コーディネータとエンドデバイスは、過去数回分の親機への再送パケット数を記録し、AP/コーディネータ、中継ノードとの通信状態を管理し、定期的に親機へ通知する。

通信状態情報は、定期的にAP/コーディネータに集約して、AP/コーディネータがNW全体の通信状態を管理する。HGWへの通知はAP/コーディネータからの定期通知を必須とし、拡張機能として異常検出時のオンデマンド通知や、HGWからの要求に対して通知してもよい。

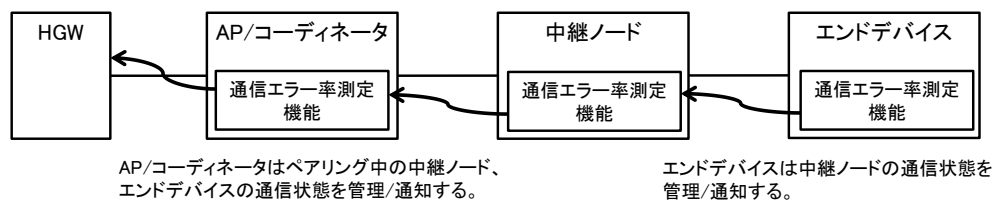


図4-14 通信エラー率測定機能 (マルチホップ無線)

第5章 通信インタフェース

5.1 HTIP 概要とその拡張方法

5.1.1 HTIP概要

HTIPは、TTC JJ-300.00とJJ-300.01で規定される、HNにおけるリンクレイヤブロードキャストドメイン内のネットワーク構成情報を取得するためのプロトコルである。HTIPがネットワーク構成情報を取得するために拡張を加えた上で使用するプロトコルとして、LLDPとUPnPが存在する。以下にLLDPとUPnPについて説明する。

・LLDP

LLDP (Link Layer Discovery Protocol) はIEEE 802.1ABで規定されるプロトコルで、イーサネットフレームの中にTLV (Type Length Value) 形式でネットワーク構成情報を格納し伝達する。HTIPでは、NW機器 (イーサネットスイッチ) がネットワーク構成情報を通知するために使用し、TLVの種類の追加を行っている。

・UPnP

UPnP (Universal Plug and Play) はUPnP Forum のUPnP Device Architectureで規定されるプロトコルで、UDP/TCP/HTTPで運ばれるXMLデータに機器情報を格納し伝達する。HTIPでは、端末がHTIP用の機器情報を格納するために使用し、XMLタグの種類の追加を行っている。

5.1.2 HTIPに対する拡張内容

(1) ネットワーク障害要因検出に必要な情報の追加

3.2に記載の、ネットワーク障害要因検出に必要な情報 (セルフチェック、エンドデバイスNW離脱チェック、ペアリング情報、チャネルスキャン結果、電波強度(RSSI)、通信エラー率) を、HTIPが扱うネットワーク構成情報に追加する。

- ・HTIP-NW機器が使用するL2 Agent機能のLLDPに、ネットワーク障害要因検出に必要な情報を通知するための、拡張型接続構成情報通知TLVを追加。
- ・HTIP-エンド端末が使用するL3 Agent機能のUPnPに、ネットワーク障害要因検出に必要な情報を通知するための、拡張型接続構成情報通知タグを追加。
- ・使用する通信モジュールの仕様により、取得可能な情報は異なるため、取得可能な情報だけを通知可能とする。

(2) イーサネット以外のデータリンク層のケースへの対応

オリジナルのHTIPが対象とするデータリンク層は、イーサネット系のデータリンク層 (有線LAN、無線LAN) となっている。HTIP-NW機器とHTIP-エンド端末のそれぞれについて、イーサネット以外のデータリンク層 ([TTC TR-1043]に挙げられる802.15.1ファミリー、802.15.4ファミリー、ITU-T G.hn、ITU-T G.9903のデータリンク層) に対応するための拡張を以下に説明する。

(2-1) HTIP-NW機器

- ・IP通信が可能な前提で、HTIP用に拡張されたLLDPフレームを、IPネットワーク上で転送するためのカプセル化プロトコル (最低限サポートするプロトコルとしてGREを規定。EtherIP、L2TPv3、VXLAN等他のプロトコルも使用可) を使用して送信。
- ・宛先IPアドレスはブロードキャストアドレスとする。
- ・LLDPフレームの送信元MACアドレスは、機器に依存しない固定値とする。

- ・機器の識別は、LLDPフレーム内のChassis ID TLVに設定する、データリンク層のMACアドレスで行う。Chassis ID TLVのChassis ID Subtypeの値は現行の4 (MAC address (IEEE Std 802))で、6オクテット以外のMACアドレスも設定可とする。
- ・MACアドレスリストを通知するためのTLVについて、6オクテット以外のMACアドレスに対応するため拡張TLVを定義。
- ・HTIPで取得する情報と、ECHONET Lite等のプロトコルで取得する情報の対応付け方法としては、対象機器がIPアドレスを持つ前提で、LLDPの標準TLVでIPアドレスを通知することとする。

(2-2) HTIP-エンド端末

- ・IP通信が可能な前提で、HTIP用に拡張されたUPnPパケットを使用。
- ・HTIP-エンド端末のIPアドレス情報をUPnPパケットから取得可能なので、HTIPで取得する情報と、ECHONET Lite等のプロトコルで取得する情報の対応付けが可能。
- ・HTIP-エンド端末の実装を軽くするため、HTIP-エンド端末はUPnP以外にLLDPも使用可とする。

(3) JJ-300.01に規定される端末区分情報リストの拡張

HTIPが扱うネットワーク構成情報に、機器がサポートするHTIP以外のプロトコルの情報を追加するために、端末区分情報リストを拡張する。

- ・機器がサポートするプロトコルを示す端末区分を追加。
- ・プロトコルを示す端末区分の文字列の形式は、PROTOCOL_xxx (xxxがECHONET_Lite, SNMP等のプロトコル名) とする。
- ・HNリソースマネージャは、HTIPから取得する端末区分情報から、端末との通信に使用可能なプロトコルを判定可能となる。

5.2 HTIP 以外のプロトコルについて

エンドデバイスに関する情報は、HTIPでサポートされるUPnP以外にも多くのプロトコルが存在するため、本ガイドラインで候補となるプロトコルとして、SNMP、ECHONET Lite、CLI、Netconfについて説明する。

5.2.1 SNMP

SNMP (Simple Network Management Protocol) は、IPネットワーク上の端末を管理するインターネット標準プロトコルである。SNMPをサポートする端末は、ルータ、スイッチ、サーバ、プリンタなどがある。ネットワークに接続可能な端末をモニタするための管理システムであり、ネットワーク管理者に状況を伝えることが目的である。ネットワーク管理の標準的な機能からなるが、アプリケーションレイヤのプロトコルやデータベース、データオブジェクトが規定されている。

SNMPはネットワーク管理に使われるプロトコルとして規定されたため、ネットワーク機器に関する様々な情報をMIBとして定義している。しかし、最近ではIETFにおいてEnergy Management WG (eman) が設立され、スマートグリッドやスマートハウスにおけるエンドデバイスをMIBで定義する活動が行われており、HNで使われるエンドデバイスについても定義されるようになった。

5.2.2 ECHONET Lite

ECHONET Liteは、エコネットコンソーシアムが策定した通信プロトコルである。スマートハウス向け機器およびセンサーのプロトコルであり、ISO/IEC規格となっている。ECHONET Liteでサポートする機器は、エアコン、照明、給湯器、太陽光発電システム、蓄電池、スマートメータ等、スマートハウスで接続される

機器を中心に80種類以上におよんでいる。ECHONET Liteでは、エンドデバイスが持つ機能をプロパティと呼ばれる属性やオペレーションとして定義する。機器毎にプロパティのセットが定義されており、このセットをオブジェクトと呼ぶ。ECHONET Liteのプロトコルは、このプロパティとその値を通信することで実現される。

5.2.3 CLI

管理機能を有するネットワーク機器ではRS-232Cで接続するシリアル端末による設定インタフェースを有する。これらをCommand Line Interfaceと総称する。多くの場合、同様のインタフェースがネットワークを通じた仮想端末に対しても提供されており、telnetプロトコルやsshプロトコルで利用可能となっている。このインタフェースは元々管理者を対象としたものであるが、必要なコマンドを機械的に生成すれば機器間での設定にも利用することが可能となる。設定コマンドそのものは機器に依存することがほとんどであるため、それぞれに対応したコマンドのデータベースなどを作成するなどの対処は必要となる。

なお、ルータ等のネットワーク機器においては、Cisco Systemsの市場影響力が強いため、同社のコマンドラインインタフェースを模倣した設定インタフェースを設けた他社製品もあり、このような状況に対してCLIをCisco Lite Interfaceとする場合もある。

また、最近では設定をより簡便に行えるよう、HTTPを用いたWebページとして設定インタフェースを用意し、CLIを有しないネットワーク機器も家庭向け製品を中心に存在する。これらの場合にも本来ブラウザで入力される情報を機械的に生成すれば同様に機器間での設定を行なうことが可能である。

5.2.4 Netconf

システムを構成するネットワーク機器を稼働中に動的に設定したいという要求は年々高まっており、これに応えるものとして、API(Application Programming Interface)によるネットワーク機器の設定機能が開発された。IETFで標準化されたNETCONFでは、設定を行なう機器側で稼働している設定アプリケーションプログラムから、ネットワーク機器の設定をRPC(Remote Procedure Call)を用いて行なうことのできるプロトコルを提供している。NETCONFでは設定内容(Content)、設計操作(Operation)、遠隔手続き呼び出し(RPC)、転送プロトコル(Transport Protocol)を分けた設計となっており、転送プロトコルとしてはSSH, SOAP, BEEP, TLSが利用可能である。

CLIやWebインタフェースが人間による設定を行なうことを想定して設計されたものに対し、SNMPはプログラム間でのやりとりをプロトコルレベルで行なうもの、NETCONFはプログラム間でのやりとりをAPIレベルで行なうもの、という位置づけになる。

現時点ではNETCONFはデータセンタなどで使われるネットワーク機器群で利用されており、家電機器など、一般消費者向け機器へ広がりを見せるかどうかはまだ未知数である。

第6章 まとめ

本技術レポートでは、HNサービスの普及に伴い、大きな課題となることが予想されるカスタマサポート機能について述べた。TTC TR-1053を踏まえて具体的な障害検知および原因分析に必要なエンドデバイス、ネットワークに関する情報をクラウド上のカスタマサポート機能で集約する方法を中心に検討した。特に近距離無線に起因する障害は、今後顕著になってくると思われ、プラットフォーム側とエンドデバイス、ネットワーク側との連携は今後重要になると考えられる。今後は、実際のユースケースの中で詳細の検討が継続され、本技術レポートに反映されることが期待される。

参考文献

- [ATM OAM] ITU-T Recommendation I.610 (1999), B-ISDN operation and maintenance principles and functions over broadband networks – customer premises equipment WAN management protocol
- [BBF TR-069] BBF TR-069 (2011), CPE WAN Management Protocol
- [BBF TR-181] BBF TR-181 (2012), Device Data Model for TR-069
- [ITU-T G.9980] ITU-T Recommendation G.9980 (2012), Remote management of customer premises equipment
- [BEEP] IETF RFC3080 The Blocks Extensible Exchange Protocol Core.
- [Bluetooth] Personal Area Networking Profile version 1.0, Bluetooth SIG, February 14, 2003
- [CoAP] IETF RFC7252 The Constrained Application Protocol (CoAP)
- [CSV] RFC 4180 Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files
- [DLNA] IEC 62481-1 (2006)、DLNA Home networked device interoperability guidelines Part 1: Architecture and Protocols
- [ECHONET Lite] ECHONET Consortium, ECHONET Lite Specification Version 1.01.
- [EtherIP] IETF RFC3378 EtherIP: Tunneling Ethernet Frames in IP Datagrams.
- [Ethernet OAM] ITU-T Recommendation Y.1731 (2013), OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks
- [ICMP] IETF RFC792 (1981), Internet Control Message Protocol, IETF RFC4443 (2006), Internet Control Message Protocol for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification
- [ITU-T G.9973] ITU-T G.9973 Protocol for identifying home network topology
- [TTC HTTP] TTC JJ-300.00 v1.1 (2011), HN接続構成特定プロトコル
- [TTC JJ-300.01] TTC JJ-300.00 v1.1 (2011), HN接続構成特定プロトコル
- [HTTP] IETF RFC2616 Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1
- [ITU-T G.hn] ITU-T G.9960 Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - System architecture and physical layer specification.
ITU-T G.9961 Unified high-speed wire-line based home networking transceivers - Data link layer specification.
ITU-T G.9963 Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - Multiple input/multiple output specification.
ITU-T G.9964 Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - Power spectral density specification.
ITU-T G.9972 Coexistence mechanism for wireline home networking transceivers.
- [ITU-T G.9903] ITU-T G.9903 Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for G3-PLC networks.

| | |
|----------------|---|
| [ITU-T Y.2070] | ITU-T Y.2070 Requirements and architecture of home energy management system and home network services. |
| [JSON] | IETF RFC4627 The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON) |
| [L2TPv3] | IETF RFC3931 Layer Two Tunneling Protocol - Version 3 (L2TPv3). |
| [LLDP] | IEEE 802.1ab (2005), Station and Media Access Control Connectivity Discovery |
| [MIB] | IETF RFC1213 (1991), Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II |
| [MQTT] | OASIS MQTT Version 3.1.1 |
| [Netconf] | IETF RFC6241 Network Configuration Protocol (NETCONF). |
| [SNMP] | IETF RFC1157 (1990), A Simple Network Management Protocol |
| [SSH] | IETF RFC4251 The Secure Shell (SSH) Protocol Architecture. |
| [SOAP] | W3C SOAP Version 1.2 Part 1: Messaging Framework (Second Edition). |
| [TLS] | IETF RFC5246 The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.2. |
| [TTC TR-1043] | TTC TR-1043 (2013), ホームネットワーク通信インタフェース実装ガイドライン |
| [TTC TR-1053] | TTC TR-1053 (2014). 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 |
| [UPnP] | ISO/IEC 29341-x (2011), Information technology – UPnP Device Architecture |
| [UPnP DM] | UPnP DM (2012), UPnP Device Management: 2 |
| [VXLAN] | IETF RFC7348 Virtual eXtensible Local Area Network (VXLAN): A Framework for Overlaying Virtualized Layer 2 Networks over Layer 3 Networks |
| [WebSocket] | IETF RFC6455 The WebSocket Protocol |
| [Wi-Fi] | IEEE 802.11-2012, IEEE |
| [Wi-SUN] | IEEE Std 802.15-2011, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks- Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs). IEEE Std 802.15.4g-2012, Amendment 3: Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Data-Rate, Wireless, Smart Metering Utility Networks. IEEE Std 802.15.4e-2012, Amendment 1: MAC sub layer |
| [XML] | W3C Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition) W3C Extensible Markup Language (XML) 1.1 (Second Edition) |
| [ZigBee] | IEEE Std 802.15-2011, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks- Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs). IEEE Std 802.15.4g-2012, Amendment 3: Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Data-Rate, Wireless, Smart Metering Utility Networks. |