TTC技術レポート
Technical Report

TR-1075

IEEE 802.1CFに基づく IoTエリアネットワーク運用管理 アーキテクチャ

IoT area network operation management architecture based on IEEE 802.1CF

第1版

2019年9月9日制定

一般社団法人

情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE

TTC Telecommunication Technology Committee

目　次

＜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版	2019年9月9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。

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「IoTエリアネットワーク運用管理アーキテクチャ」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: 布引純史[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。

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

1.1　背景

IoTの普及に伴い、ホームを含むIoTの現場(IoTエリアネットワーク)には、センサーやデバイスといった身の回りのあらゆるモノが相互に接続されネットワークを構成するようになった。IoTエリアネットワークでは、設置されるデバイスの種類や数が多いことや、ネットワークへの接続方法が複数ありネットワーク構成が複雑となる。こうした複雑なネットワークでは、デバイスが接続できない、データ送受信ができないなどの障害が発生した時に、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モノ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。そのため、IoTシステム運用の安定化及び効率化には、IoTエリアネットワーク全体の状態把握、障害の検出、障害原因の特定、そして障害からの復旧プロセスを遠隔から実現する仕組みが重要である。

TTCでは、ホームネットワークに接続される電気機器をクラウドからアクセス・制御するアーキテクチャについて検討し、ITU-T勧告Y-2070(Y-4409)に寄与している。また、カスタマサポートの観点では、ホームネットワークに接続される情報家電の保守、障害の検出等に関するガイドラインを策定しており、TTC TR-1053およびTR-1057として制定済みである。また、ホームネットワークに接続される情報家電やネットワーク機器のトポロジー情報を取得するITU-T勧告G.9973(TTC JJ-300.00)を制定しており、保守で必要となる機器の内部情報を通知する機能拡張をJJ-300.00第3.0版として改訂済みである。

1.2　本技術レポートの目的

IEEE 802委員会で規定される有線・無線ネットワークにおいて、共通の運用管理機能を実現するアーキテクチャの規格化がIEEE 802.1CFとして完了した。IEEE 802.1CFは主に3つのパートからなる。パート1は、IEEE 802 アクセスネットワーク参照モデルを規定している。パート2は、ネットワーク要素と全体アーキテクチャに基づくIEEE 802 アクセスネットワークの機能的な動作の詳細な説明となる。パート3は、ソフトウェアによって実現されるIEEE 802アクセスネットワークの実装と動作に関する追加情報を記載している。

IEEE 802.1CFは、エンドデバイスからクラウドまで、IoTシステム全体をスコープとしている。一方で、TTC JJ-300.00は、エージェントを搭載するエンドデバイスからマネージャを搭載するゲートウェイ(GW)までの、IoTエリアネットワークをスコープとし、運用管理に関わる情報を通信するアーキテクチャとプロトコルについて規定している。本技術レポートTR-1075は、IoTエリアネットワーク内の通信における運用管理情報を取得する方式として、IEEE 802.1CFのアクセスネットワークへのTTC JJ-300.00適用方法を記載したものである。

2　IEEE 802.1CF 概要

IEEEにおいても、IoTデバイスが多数接続される有線・無線ネットワークにおいて、共通の運用管理機能を実現するアーキテクチャの規格化が進められている。従来は、IEEE 802.11(無線LAN)、802.15.4(ZigBee等)、802.16(WiMAX)等の通信方式毎に、安定運用のための機能や通信規格を策定し解決してきた。しかし、複数の通信方式が同時に利用されるエリアネットワークにおいて、不統一な運用管理方式の存在は不都合が生じる恐れがある。そのため、IEEE 802.1グループでは、IEEE 802委員会で扱われるアクセスネットワークの運用管理を共通化するアーキテクチャの策定を行い、IEEE 802.1CF「IEEE 802 アクセスネットワークのネットワーク参照モデルと機能記述の推奨プラクティス」として2019年3月21日に勧告化された。

2.1　スコープ

エンティティと参照点を含むアクセスネットワーク参照モデルと、エンティティ間の通信の振る舞いおよび機能記述を提供することにより、端末をアクセスルーターに接続するアクセスネットワークを規定している。

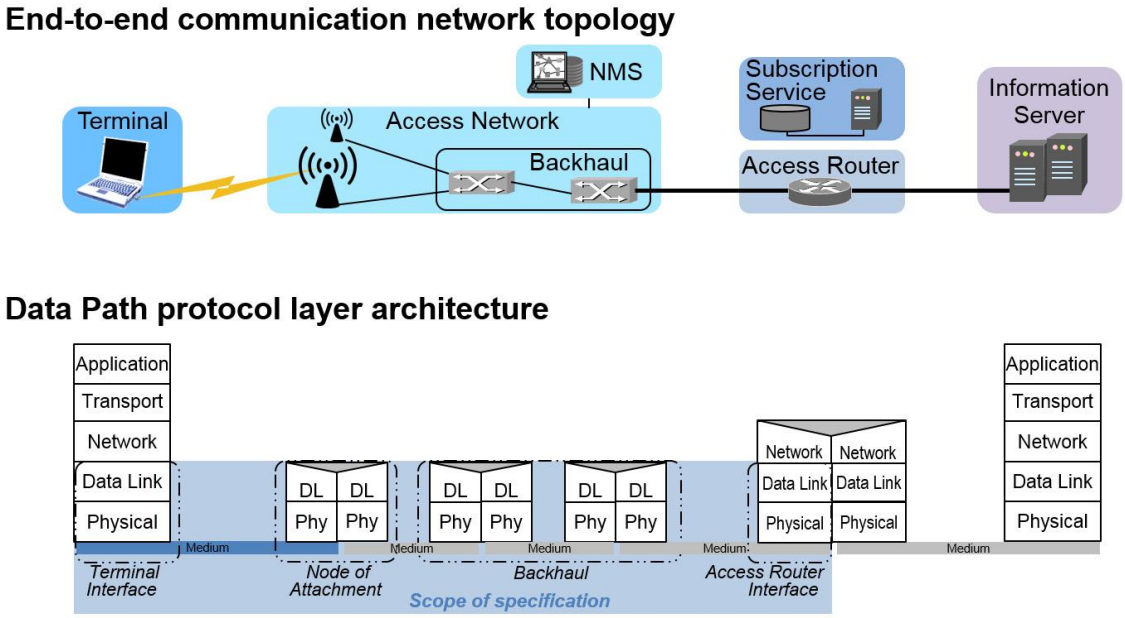

図 1　802.1CF リファレンスモデルのスコープ [引用元: IEEE P802.1CF-2019 Figure 1]

- IEEE 802 MACおよびPHYを使用するデバイスで構成されるアクセスネットワークに限定
- IEEE 802 アクセスネットワークインフラストラクチャと通信サービスの構成・統計情報を構造化表現するための情報モデルを定義
- 異なるネットワークのサポートを統一し、共有ネットワークの制御とソフトウェア定義ネットワーク(SDN)の使用が可能

また、文書内でY.2070(Y.4409)、TTC TR-1053/1057等を参照し、関係を明確化している。(2.4章 参照)

2.2　IEEE 802 アクセスネットワークの基本定義

端末内ネットワークインターフェースと、アクセスルーター(リンクが終端される)のネットワークインターフェースとの間で、イーサネットフレームを転送するユーザープレーンによって特徴づけられる。

また、エンティティ間の全通信インターフェースが可視化されており、これを参照モデルと呼ぶ。

2.3　アクセスネットワークのネットワーク参照モデル

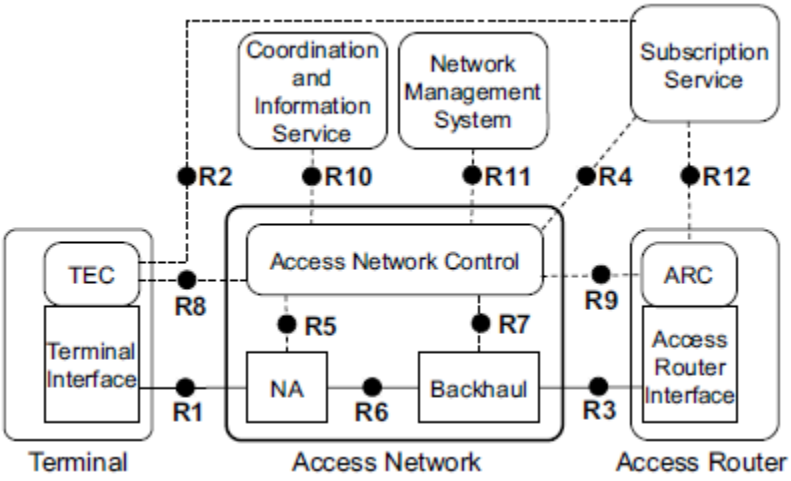

図 2　802.1CF ネットワーク参照モデル [引用元: IEEE P802.1CF-2019 Figure 6]

上図において、実線はデータプレーンと接続ポートを表すインターフェースであり、点線は制御情報と管理情報の流れを表す。Rxは参照点を表す。

機能エンティティには、2種類ある。四隅が角張っている四角は、データプレーンであり、基本的に実装置と対応付け可能な機能エンティティである。四隅が丸い四角は、コントロールプレーンであり、ソフトウェアで提供されうる機能エンティティである。一部機能エンティティの概要(収集可能な管理情報を含む)を以下に記す。

- Terminal(TE) [図2中の”Terminal”]：エンドデバイスに相当
  ネットワーク接続のための物理ポートを提供する端末インターフェースを含み、制御および管理インターフェースによって伝達される特定のパラメータおよび構成に対処するために最終的に端末制御を展開する。
  R1：リンク監視パラメータ(測定値、カウンタ、閾値など)
- Node of attachment(NA) [図2中の”NA”]：Wi-Fi AP等、中継器/ネットワーク機器 に相当
  設定および管理のためにAccess Network Control(ANC)に接続する。リンク層の性能は、スループットのアップ/ダウン、遅延、ジッタ、残存エラー率などの属性によって、パラメータのリストまたは異なるサービスクラスを表すレコードによって記述することができる。リソース消費に関するデータをキャプチャし、管理情報ベース(MIB)のすべての基本監視パラメータを維持可能。
  R1：使用状況データの監視(送受信量、スループット、QoS監視データなど)、
  　　リンク監視パラメータ(測定値、カウンタ、閾値、イベントなど)
  R6：使用状況データの監視(送受信量、スループット、QoS監視データなど)、
  　　リンク監視パラメータ(測定値、カウンタ、閾値、イベントなど)
- Backhaul(BH) [図2中の”Backhaul”] : L2SW等、異種/複数 NAを束ねる機能を持つ中継器/ネットワーク機器 に相当
  アクセスネットワーク内の集約および転送インフラストラクチャを表す。リソース消費に関するデータをキャプチャし、管理情報ベース(MIB)のすべての基本監視パラメータを維持可能。
  R3：使用状況データの監視(送受信量、スループット、QoS監視データなど)、

リンク監視パラメータ(測定値、カウンタ、閾値など)

R6：使用状況データの監視(送受信量、スループット、QoS監視データなど)、
リンク監視パラメータ(測定値、カウンタ、閾値など)

- Access Router(AR) [図2中の”Access Router”] : 内外ネットワークを終端するブロードバンドルーターに相当

  端末からのレイヤー2リンクを終端する。アクセスネットワークへの物理ポートを確立するアクセスルーターインターフェースを含み、レイヤー管理情報とコンフィグレーションを処理し、交換専用のアクセスルーター制御を含むことができる。

  R3：リンク監視パラメータ(測定値、カウンタ、閾値など)
- Access Network Control(ANC) [図2中の”AN Ctrl”]：ソフトウェアエンティティに相当

  中央コントローラとして、アクセスネットワークインフラストラクチャに関する情報を取得し、ネットワーク要素にNetwork Management Service(NMS)によって提供される基本設定を転送する。通常、ANCはNMSのエージェントとして機能する。

  障害を検出するために、TE、NA、BH、ARなどのネットワーク要素は、自律的な自己チェックを使用して、物理ポートのパフォーマンスを観察する内部状態および測定手順を監視することができる。データインターフェース(R1、R6、およびR3)は、追加の情報を提供するためにテスト要求と結果を搬送するために使用できる。
- Network Management Service(NMS) [図2中の”Network Management Service”]：ソフトウェアエンティティに相当

  ネットワーク要素の監視およびアカウンティングを実行し、アクセスネットワークで何かがうまくいかないときに障害診断および保守手順を策定する。具体的には、アクセスネットワークのオペレータがアクセスネットワークインフラストラクチャを構成し、複数のネットワーク要素間の相互作用に関連する機能を管理し、アクセスネットワークの使用状況を監視し、動作を修正し、欠陥の検出、判定および訂正する。

運用管理情報に関する参照点の概要を以下に記す。

- R5

  接続ノードの構成および動作のための制御専用インターフェースを表す。データ転送機能のための情報要素が含まれる。
- R7

  BH内のデータユーザープレーンを制御および設定するために使用されるインターフェースを表す。
- R8

  ANとTEとの間の論理制御および管理インターフェースを表し、それぞれアクセスネットワーク制御および端末制御で終端する。端末の管理と端末へのデータパスの制御に関連している。
- R9

  アクセスネットワーク制御とアクセスルーター制御との間の論理制御および管理インターフェースを表す。アクセスルーターの管理とアクセスルーターのデータフローの制御に関連している。
- R11

  NMSと、ANCに配置されたネットワーク要素管理機能との間で、ネットワーク管理情報を伝達するための制御および管理インターフェースを表す。ネットワーク要素を管理するための情報要素が含まれる。

このように、各参照点における運用管理情報の収集、および各参照点/エンティティへの設定/制御を実現するためのアーキテクチャになっている。

2.4　展開シナリオ　住宅ネットワーク

IEEE 802.1CFの適用として、HEMSを含むホームネットワークサービスにおける例を示す。ホームネットワークサービスを実現するアーキテクチャとしては、ITU-T Y.2070(Y.4409)があり、IEEE 802.1CFの中ではこのY.2070(Y.4409)を参照している。

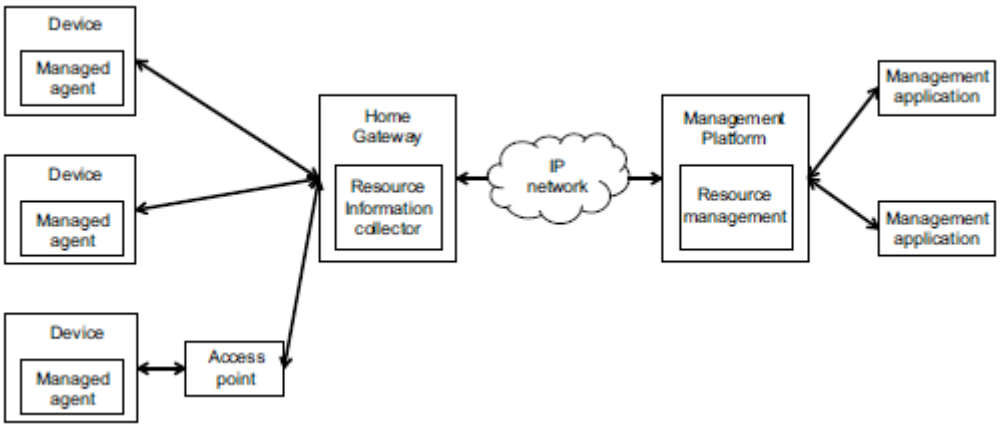

図 3　住宅ネットワークの構成（ITU-T Y.2070(Y.4409)の機能アーキテクチャ＝図は左右反転）

[引用元: IEEE P802.1CF-2019 Figure 15]

図3に示した機能アーキテクチャとIEEE 802.1CFの対応関係を図4に示す。

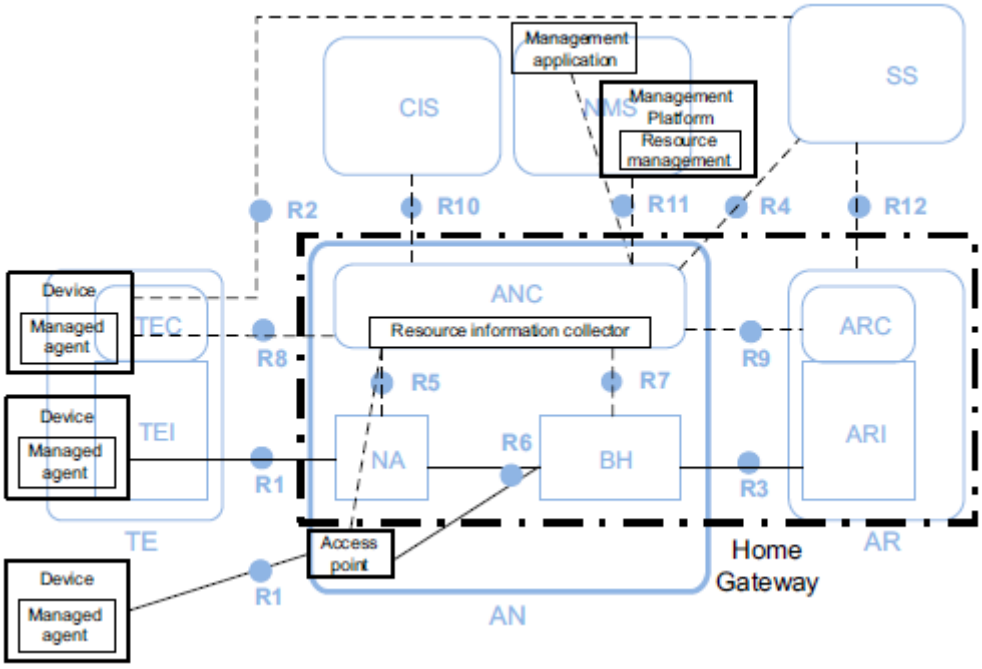

図 4　Y.2070(Y.4409)に対応する 802.1CF 機能アーキテクチャ

[引用元: IEEE P802.1CF-2019 Figure 16]

ホームゲートウェイはアクセスルーター(AR)とアクセスネットワーク(AN)の機能を統合している。

有線の場合、ホームゲートウェイはANの全機能を提供する。無線の場合、アクセスポイントはNAであり、ホームゲートウェイは包括的なNRM(Network Reference Model)のバックホール＋ANCの機能に似ている。

ホームゲートウェイは、デバイスプロビジョニング、アプリケーション実行、リソース情報収集などのANCの制御機能を提供する。NMSからの管理要件を満たすために、ホームゲートウェイ内のリソース情報コレクタは、新たに接続されたデバイスを検出し、それらのそれぞれを識別し、それらの構成を設定する。各デバイスの内部状態および他のホームネットワークリソース、ホームネットワークのトラフィック状況を収集する機能も含む。

無線デバイスは、ホームゲートウェイ(HGW)においてANC機能を有する論理基準点R8を有するが、制御または管理情報の流れはR1およびR5インターフェースを通過し得ることに留意する。

管理機能は、家庭内のホームゲートウェイとインターネット上の管理プラットフォーム(PF)に分けて分散されている。管理アプリケーションは、障害診断のためのリソース情報全体を表示し、そのような障害から回復操作のために指定されたプロパティを設定する機能を提供する。

2.5　展開シナリオ　エンタープライズネットワーク

IEEE 802.1CFのもう一つの適用例として、オフィス等のエンタープライズネットワークの例を示す。PCが有線及び無線のネットワークで接続され、ネットワーク管理機能やディレクトリサービスが備わっている。また、WANルーターを経由して、外部のサービスに接続される。

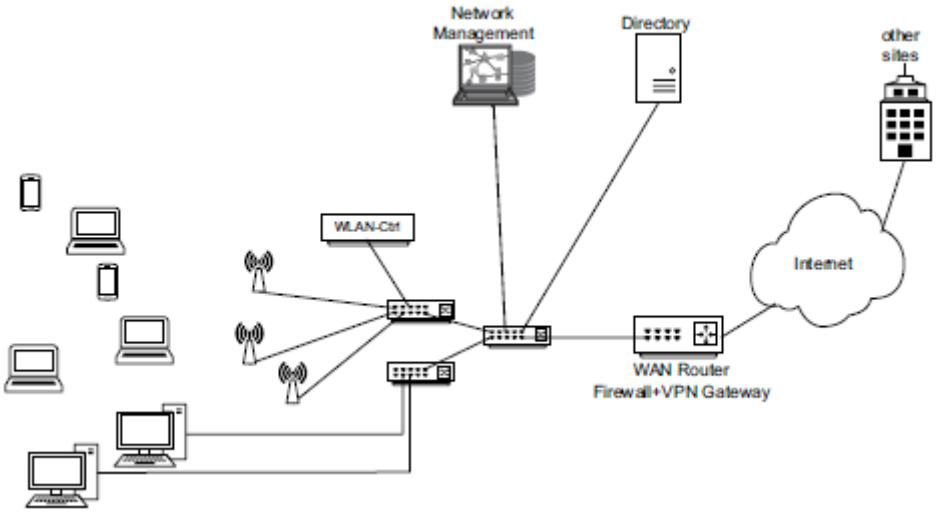

図 5　エンタープライズネットワークの例 [引用元: IEEE P802.1CF-2019 Figure 17]

図5に示したネットワークの事例とIEEE 802.1CFの対応関係を図6に示す。

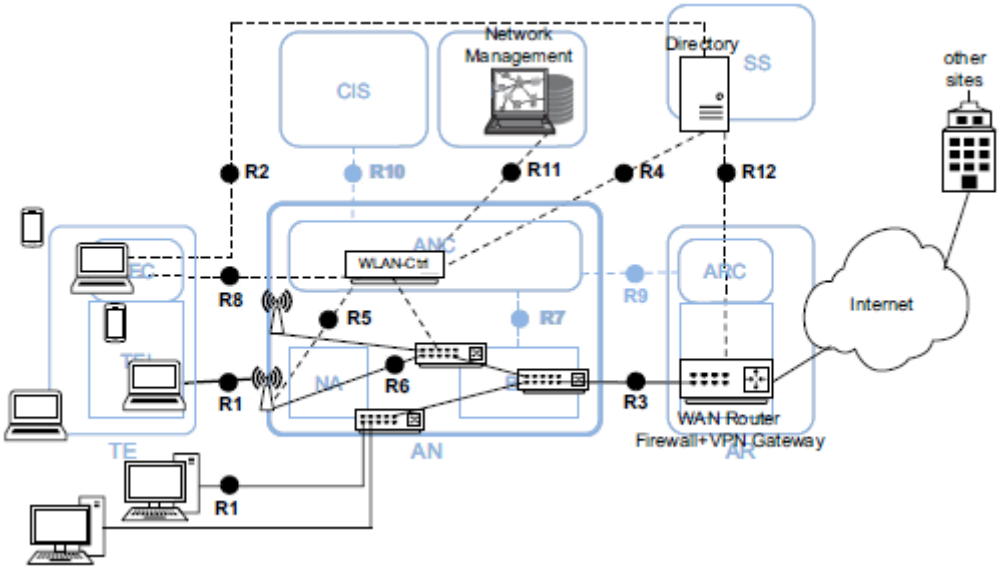

図 6　エンタープライズネットワークへの IEEE 802.1CF 適用 [引用元: IEEE P802.1CF-2019 Figure 18]

ブリッジインフラストラクチャは、接続ノードに似たターミナルイーサネットポートとWirelessLAN(WLAN)アクセスポイントを使用して、ネットワークのバックホールを構築します。WLANコントローラの機能はANCの役割に適しており、ネットワーク管理ステーションとディレクトリはそれぞれNMSとSS(Subscription Service)の典型的な実現例である。R6はブリッジとアクセスポイント間のインターフェースにマッピングされ、R3はコアブリッジとWANルーター間のLANケーブルにマッピングされる。R5はWLANコントローラとWLANアクセスポイントとの間の通信にマッピングされ、R4とR11はそれぞれWLANコントローラとディレクトリサーバーとネットワーク管理ステーションとの間のプロトコル接続を示す。R7およびR9が存在してもよいが、関連するANC機能は、バックホール内のイーサネットブリッジに分散されてもよい。多くのWLANコントローラは、WLANアクセスポイント用のコントローラとしてだけでなく、ユーザーデータの集約のためのイーサネットブリッジとしても機能する。

2.6　監視

監視とは、ネットワーク管理とさまざまな上位層アプリケーションに不可欠なトラフィックの量と種類を測定するプロセスである。

- パフォーマンス分析
  アカウンティング収集プロセスは、インターフェース使用率、ユーザーまたはパスごとのトラフィック、およびネットワーク管理トラフィックなど、ネットワークリソースの使用記録を収集。
- セキュリティ分析
  セキュリティ管理とインシデント対策がネットワークの状態に関する情報に完全に依存するため、セキュリティソリューションの関連ブロックである。送信元と送信先の間でさまざまなタイプのプロトコルとトラフィックパターンを分析可能。
- セッション統計
  通常のセッション統計パラメータは、例えば、送信/受信量(特定のインターフェース/観測点で計測時間に送信/受信されたデータバイト数)。
- モニタリング
  監視プロセスは、監視パラメータを適用することによって構成可能。モニタリングのためのトリガ条件、モニタリング範囲(例えば、全てのデータまたは選択されたデータ)、タイプ(特定のデバイス

またはシステムに対してどのデータまたは情報要素が収集されるか(測定間隔など)、およびスケジュール(測定ジョブがアクティブになる予定の時間枠を指定する)のいずれかを選択。

- 収集

  収集ポリシーは、収集がどのように行われ、何が収集されるかを定義。ユーザー/グループ/部門ごとのネットワーク使用量、サーバー/サービスあたりのトラフィックなどを含む。

- 調停

  閾値監視は、仲介デバイスのオプションのタスクである。

2.7 障害診断とメンテナンス(FDM: Fault Diagnostics and Maintenance)

ネットワークセッションのライフサイクル中に障害を検出、隔離、報告、および緩和する機能を提供する。ネットワークインターフェースを介してFDMツールとして提供されるIEEE 802で定義されたプロトコルと、各ネットワーク要素に存在する相対管理エージェントが含まれる。NMSに障害管理機能を提供するには、ANCの要素マネージャ(EM)が、障害、パラメータの設定、診断からの根本原因、および回復とテストの結果に関する情報を提供する必要があることを意味する。

- 役割

  ANCのネットワーク管理サービス(NMS)と要素マネージャ(EM)は、ネットワークの複数の要素にわたってFDM機能を構成し、ネットワーク障害の監視とトラブルシューティングを自動化する重要な役割を果たす。

- FDM固有の基本機能

  検出手順は、ネットワーク内のデバイスを、サポートされている機能や設定可能なパラメータや閾値などのFDM機能とともに識別する。この手順は通常NAによるTEの発見を含む。

- リンクモニタリング

  リンクモニタリングは、物理リソースまたは論理リソースの測定値を使用するデータインターフェースを備えたネットワーク要素によって実行され、診断情報を含めることを許可するANCによって管理される。

  ① 指定された時間枠内の通信統計情報：エラーフレームのカウント、重複フレーム、再送信、チャネルビジー率　等

  ② 無線品質測定値：受信信号強度(RSSI: Received Signal Strength Indicator)、リンク品質指数(LQI: Link Quality Indicator)、信号対干渉雑音比(SINR: Signal-to-Interference Noise　Ratio)　等

  ③ ネットワークエントリ、ネットワーク再エントリおよび切断中のイベントおよびステータスコード

  ④ ローカル管理情報ベース(MIB)の変数：CPU使用率、メモリ消費量、温度インジケータ、システムファンステータス　等

  ⑤ 探索プロトコルによって提供される近隣情報およびトポロジー：LLDP　等

  ⑥ IEEE 802.11チャネルスキャンと診断結果

  ⑦ システムログ

  ⑧ ANCによって明確に定義された閾値が指定されている場合の閾値交差イベント

3　IEEE 802.1CF アクセスネットワークへの、TTC JJ-300.00適用方法例

IEEE 802.1CFは、クラウドを含め、運用管理の全体アーキテクチャを示している。一方、TTC JJ-300.00はIEEE 802.1CFの一部であるIoTエリアネットワークをスコープに、運用管理情報の収集方法を規定している。IoTエリアネットワーク内の運用管理情報を取得する方式として、IoTエリアネットワークによくあるネットワーク構成を想定し、IEEE 802.1CFのアクセスネットワークへのTTC JJ-300.00適用方法を以下に記す。

3.1　ネットワーク構成

IoTエリアネットワークにおいてよく採用されると想定したネットワーク構成を以下に示す。

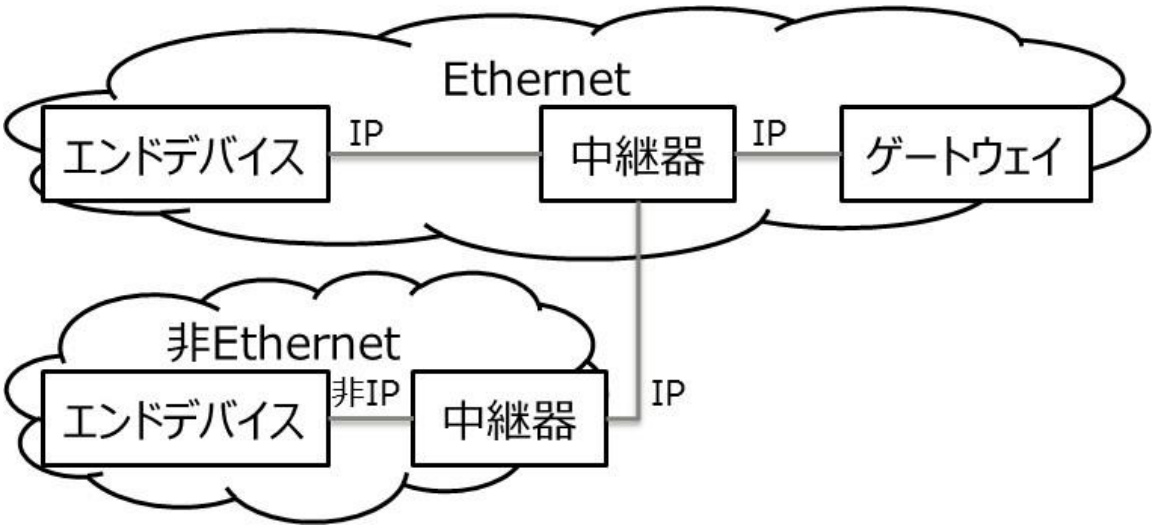

図 7　IoT エリアネットワークにおけるネットワーク構成

エンドデバイスは、センサーデバイスやアクチュエータ等であり、IoTエリアネットワーク内に1以上存在する。中継器は、有線LANスイッチやWi-Fiアクセスポイントやコーディネータ等である。ゲートウェイが装備している通信インターフェースにより、存在しなくてもよいし、1以上存在してもよい。ゲートウェイは、エンドデバイスや中継器から、ユーザーデータや運用管理情報を収集し、外部ネットワーク内にあるサーバーやクラウドアプリ/サービスに収集したデータを転送する。

上図に記載したとおり、エンドデバイス側の通信方式は、①イーサネット&IP の場合　と、②非イーサネット&非IP の２種類がよく使われるため、IoTエリアネットワークはこの2種類の組合せと考えられる。これらのネットワーク構成における、IEEE 802.1CFのアクセスネットワークへのTTC JJ-300.00適用方法を示す。

3.2　イーサネット&IP の場合

イーサネット&IP で構成されるIoTエリアネットワークの場合、良く使われるデバイスとして想定されるのは、エンドデバイス、Wi-Fi利用の場合アクセスポイント、スイッチ、そしてゲートウェイである。

各デバイスとIEEE 802.1CFエンティティへの対応関係、及び各エンティティから運用管理情報が収集されるルートを図8に示す。運用管理情報のサンプリング/送信 間隔等、各エンティティへの設定ルートは、逆順となる。

また、ANCは、スイッチ(L2SW)に接続した別機器で動作してもよいし、ゲートウェイ(GW)内にあってもよい。ここでは、GW内にANCがあるとして説明する。

(1)　全デバイスがTTC JJ-300.00(HTIP)対応の場合

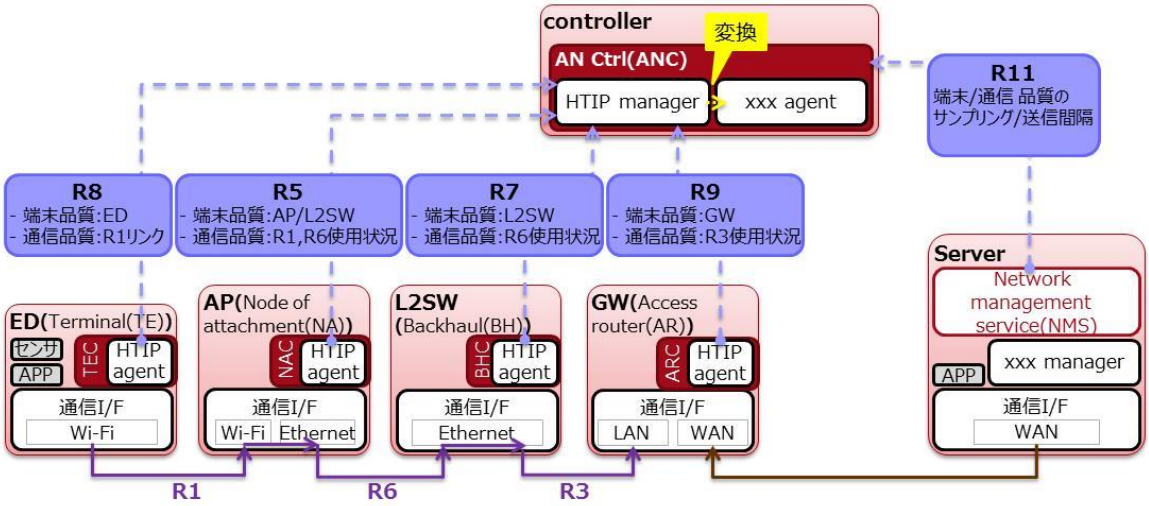

図 8　イーサネット&IP&HTIP の場合

このケースの場合、TTC JJ-300.00(HTIP)フォーマットのパケットが、そのままIEEE 802.1CFのルートを流れることになる。

・　エンドデバイス(ED)はIEEE 802.1CFエンティティのTEに相当し、EDの端末品質情報や、R1の通信品質情報等の運用管理情報を、R8を通して(実際はR1→R6→R3を経由)ANCに通知する。
フレーム例を以下に示す。

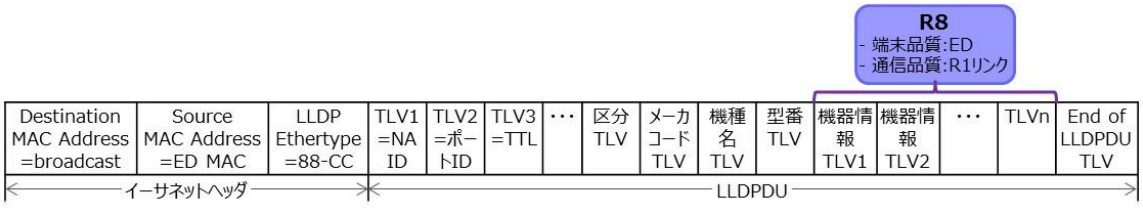

図 9　イーサネット&IP&HTIP ED のフレーム例

・ Wi-Fiアクセスポイント(AP)はIEEE 802.1CFエンティティのNAに相当し、APの端末品質情報や、R1、R6の通信品質情報等の運用管理情報を、R5を通して(実際はR6→R3を経由)ANCに通知する。
フレーム例を以下に示す。

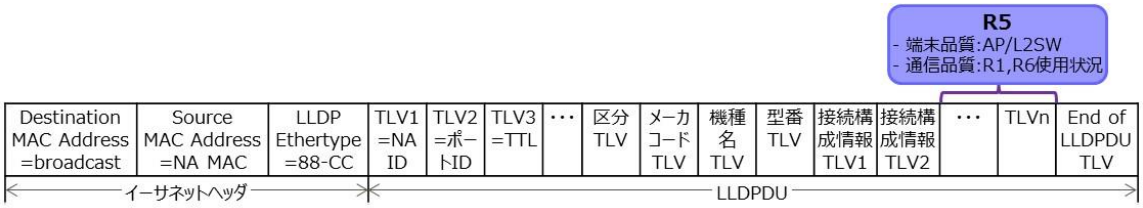

図 10　イーサネット&IP&HTIP NA のフレーム例

・ スイッチ(L2SW)は、Wi-Fiと有線LAN等複数のアクセスネットワークを扱う場合、IEEE 802.1CFエンティティのBHに相当し、L2SWの端末品質情報や、R6の通信品質情報等の運用管理情報を、R7を通して(実際はR3を経由)ANCに通知する。複数のアクセスネットワークを扱わない場合、IEEE 802.1CFエンティティのNAに相当し、上記APと同様となる。
フレーム構成は、上記APと同様である。

・ ゲートウェイ(GW)は、このケースの場合、ブロードバンドルーターの機能も搭載しているため、IEEE 802.1CFエンティティのARに相当し、GWの端末品質情報や、R3の通信品質情報等の運用管理情報を、R9を通してANCに通知する。
フレーム例を以下に示す。

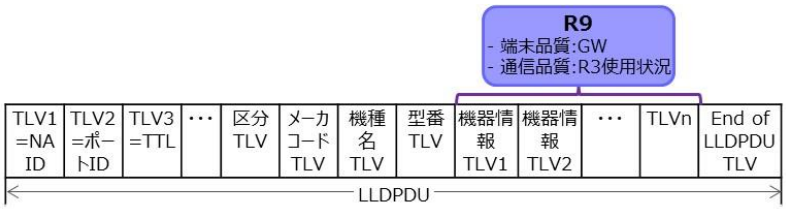

図 11　イーサネット&IP&HTIP AR のフレーム例

・ ANC内のHTIP managerが各エンティティから運用管理情報を受け取り、サーバー内にあるNMSに向けて、プロトコルもしくはインターフェースを変換して通知する。変換候補は、MQTT、REST、SNMP、WoT等、多岐にわたる。

・ サーバー内でIEEE 802.1CFエンティティのNMSが動作している。NMSから設定/制御情報を、R11を通してANCに通知する。

TTC JJ-300.00で規定している運用管理情報を以下に示す。

表 1　TTC JJ-300.00 で扱う運用管理情報

データ内容	L3Agentによる機器情報の通知			実装
	文字列の最大長(octets)	送信タイミング	送信方向	
区分	255	定期(LLDPDU送信間隔)	L3Agent→Manager	必須(L3、L2共通)
メーカーコード	6			L3:必須、L2:推奨
機種名	31			L3:必須、L2:推奨
型番	31			必須(L3、L2共通)
チャネル使用状態情報	3			オプション(L3、L2共通)
電波強度情報	3			
通信エラー率情報	3			
ステータス情報	64			
LLDPDU送信間隔	2			
応答時間	6			
関連デバイス数	3			
アクティブノード数	3			
無線品質	3			
再送数	3			
CPU使用率	3			
メモリ使用率	3			
HDD使用率	3			
バッテリ残量	3			
通信品質関連情報の、サンプリング間隔、送信間隔	64	不定期(設定時のみ)	Manager→L3Agent(設定) L3Agent→Manager(応答)	
端末品質関連情報の、サンプリング間隔、送信間隔	64			

(2)　一部デバイスがSNMP対応の場合

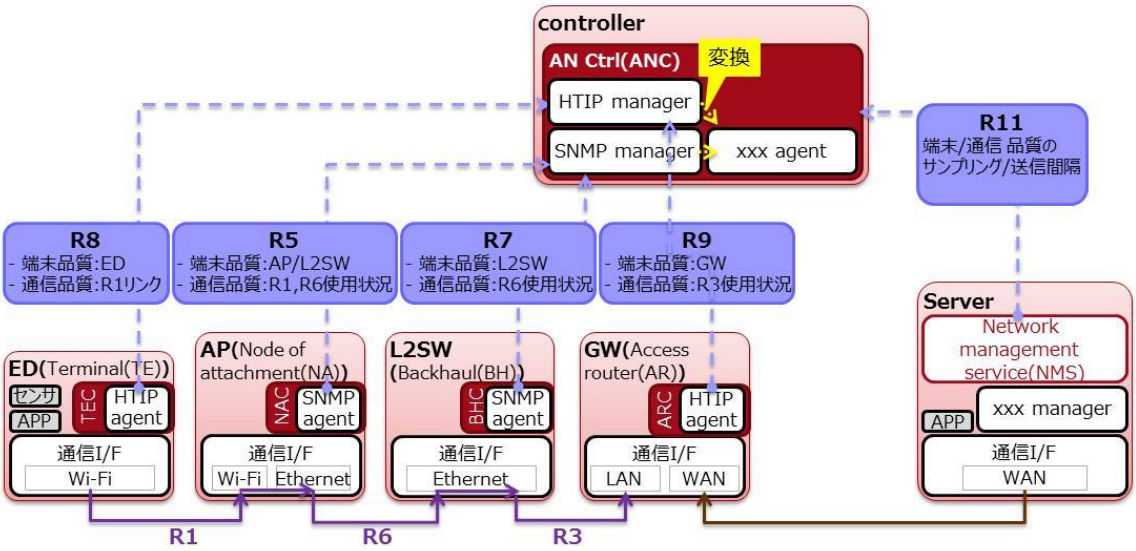

図 12　イーサネット&IP&一部 SNMP の場合

Wi-Fiアクセスポイントやスイッチ等の中継器がSNMP対応の機器があり、運用管理情報をSNMPで収集するケースがある。その場合は上図のとおり、デバイス側にSNMP agentが存在する。各エンティティの運用管理情報を収集するルートについて、(1)と異なる箇所のみ説明する。

・ ANC内にはHTIP managerとSNMP managerが存在し、各エンティティからの運用管理情報をそれぞれのプロトコルに応じて受け取り、サーバー内にあるNMSに向けて、プロトコルもしくはインターフェースを変換して通知する。

フレーム例を以下に示す。

図 13　イーサネット&IP&一部 SNMP NA のフレーム例

3.3　非イーサネット&非 IP の場合

非イーサネット&非IP で通信するエンドデバイスが含まれるIoTエリアネットワークの場合、良く使われるデバイスとして想定されるのは、エンドデバイス、コーディネータ等の中継器、スイッチ、そしてゲートウェイである。

各デバイスがどのIEEE 802.1CFエンティティに該当するか、また各エンティティの運用管理情報が収集されるルートを示す。運用管理情報のサンプリング/送信 間隔等、各エンティティへの設定ルートは、逆順となる。

また、ANCは、スイッチ(L2SW)に接続した別機器で動作してもよいし、ゲートウェイ(GW)内にあってもよい。ここでは、GW内にANCがあるとして説明する。

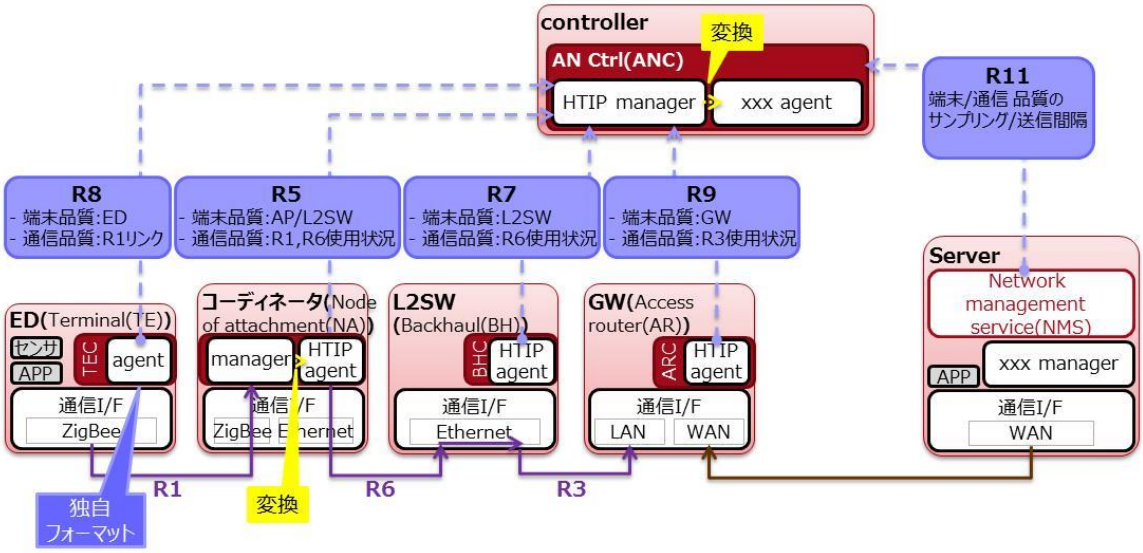

図 14　非イーサネット&非 IP の場合

このケースの場合、エンドデバイス(ED)側の独自フォーマットのパケットを、IEEE 802.1CFのルート途中でTTC JJ-300.00(HTIP)フォーマットに変換することになる。

- エンドデバイス(ED)はIEEE 802.1CFエンティティのTEに相当し、EDの端末品質情報や、R1の通信品質情報等の運用管理情報を、R8を通して(実際はR1→R6→R3を経由)ANCに通知する。
  ED – コーディネータ等の中継器 間の通信方式は、送信パケット長が短いBluetooth(BLE含む)やZigBee等がよく使われる。HTIPパケットは長いため、送信する運用管理情報を各通信方式(送信パケット長)にあわせた独自フォーマットで送信することが多いと想定される。独自フォーマットとして想定されるのは、以下の2通りである。
  ①　HEADER:各通信方式に応じたヘッダ、BODY:LLDPDU(HTIPと同じフォーマット)
  ②　HEADER:各通信方式に応じたヘッダ、BODY:独自フォーマット
- コーディネータ等の中継器はIEEE 802.1CFエンティティのNAに相当し、中継器の端末品質情報や、R1、R6の通信品質情報等の運用管理情報を、R5を通して(実際はR6→R3を経由)ANCに通知する。
  また、EDから独自フォーマットで送信されてきたEDの運用管理情報をHTIPパケットに変換し、R6に送信する。変換として想定されるのは、以下の2通りである。
  ①　HEADER:各通信方式に応じたヘッダ、BODY:LLDPDU(HTIPと同じフォーマット)の場合：
  　ヘッダをHTIP用に付替える。

② HEADER:各通信方式に応じたヘッダ、BODY:独自フォーマットの場合：
ヘッダをHTIP用に付替え、ボディもLLDPDUフォーマットに変換する。
独自フォーマットから運用管理情報を個々に取出し、LLDPDUフォーマットにあてはめる機能が必要となる。

変換処理としては①のほうが単純だが、ボディがLLDPDUフォーマットとなりパケット長が長くなる。BLEやZigBee等、送信パケット長が短い通信方式の場合②のほうが現実的と考える。

①HEADER:各通信方式に応じたヘッダ、BODY:LLDPDU(HTIPと同じフォーマット)の場合の、EDの運用管理情報のフレーム例を以下に示す。
この場合、ボディがLLDPDUフォーマットとなりパケット長が長い。そのため、Bluetooth(classic)を想定している。
中継器(NA)内のManagerは、R1経由で、EDからのパケットを受信する。
Data部分に格納されているLLDPDUを取り出し、そのままHTIPパケットのLLDPDUの機器情報TLVとして格納する。
そして、イーサネットヘッダを付ける。
HTIP agentは、変換後のHTIPパケットをR6に送信する。

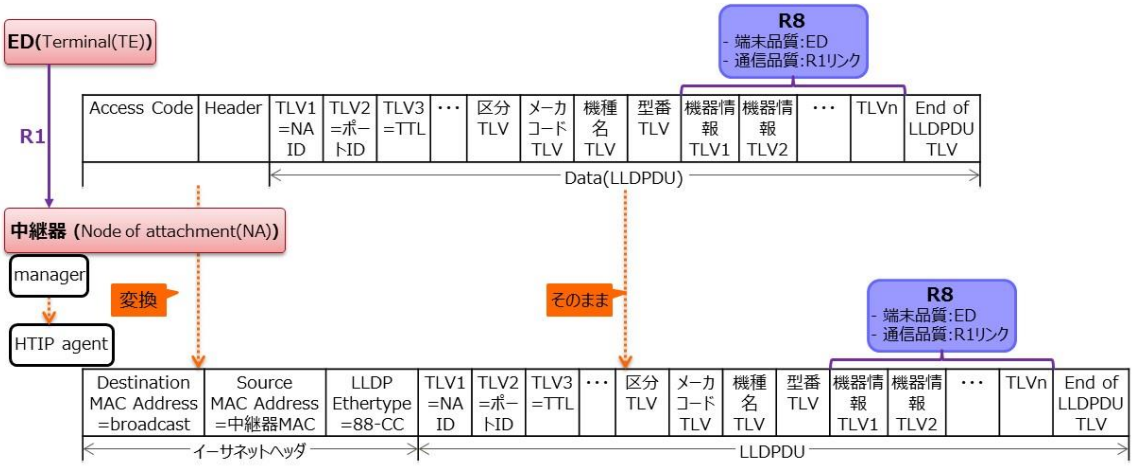

図 15　ヘッダを付替える場合

②HEADER:各通信方式に応じたヘッダ、BODY:独自フォーマットの場合の、EDの運用管理情報のフレーム例を以下に示す。BLE/ZigBeeを想定している。
中継器(NA)内のManagerは、R1経由で、EDからの独自フォーマットパケットを受信する。
独自フォーマットパケットのData部分に格納されているEDの運用管理情報を取り出し、中継器(NA)内の変換テーブルに基づいて、LLDPDUの機器情報TLVとして格納する。
LLDPDUのTLV1から型番TLVは、ED情報に基づいて格納する。
そして、イーサネットヘッダを付ける。
HTIP agentは、変換後のHTIPパケットをR6に送信する。

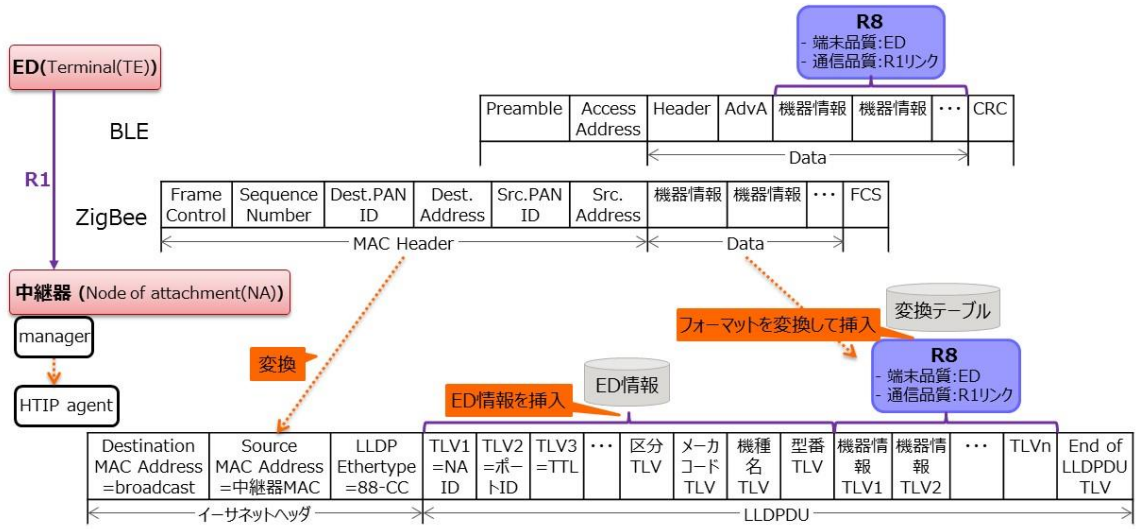

図 16　ヘッダを付替え、ボディもフォーマット変換する場合

中継器(NA)のフレーム例を以下に示す。

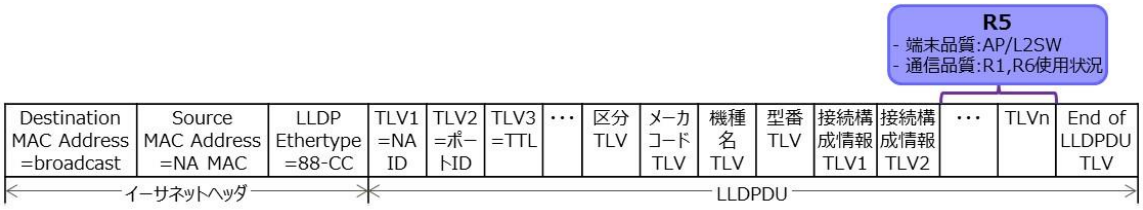

図 17　NA のフレーム例

・ スイッチ(L2SW)は、イーサネット&IPと非イーサネット&非IP等複数のアクセスネットワークを扱う場合、IEEE 802.1CFエンティティのBHに相当し、L2SWの端末品質情報や、R6の通信品質情報等の運用管理情報を、R7を通して(実際はR3を経由)ANCに通知する。複数のアクセスネットワークを扱わない場合、IEEE 802.1CFエンティティのNAに相当し、上記中継器(NA)と同様となる。また、コーディネータ等の中継器とGWとが、シリアルインターフェース等で直接接続される場合、L2SWは存在しない。
フレーム構成は、上記中継器(NA)と同様である。

・ ゲートウェイ(GW)は、このケースの場合、ブロードバンドルーターの機能も搭載しているため、IEEE 802.1CFエンティティのARに相当し、GWの端末品質情報や、R3の通信品質情報等の運用管理情報を、R9を通してANCに通知する。
フレーム例を以下に示す。

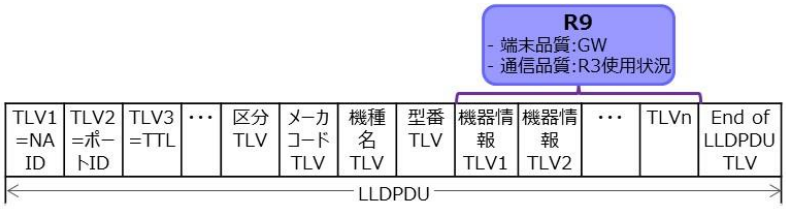

図 18　AR のフレーム例

- ANC内のHTIP managerが各エンティティから運用管理情報を受け取り、サーバー内にあるNMSに向けて、プロトコルもしくはインターフェースを変換して通知する。変換候補は、MQTT、REST、SNMP、WoT等、多岐にわたる。

- サーバー内でIEEE 802.1CFエンティティのNMSが動作している。NMSから設定/制御情報を、R11を通してANCに通知する。

参照文献

[IEEE 802.1CF] Network Reference Model and Functional Description of IEEE 802 Access Network

[TTC TR-1053] TTC TR-1053, ホームネットワークにおける 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

[ITU-T Y.2070(Y.4409)]
ITU-T Y.2070, Requirements and architecture of the home energy management system and home network services

[TTC JJ-300.00] TTC JJ-300.00, ホームNW接続構成特定プロトコル