

IP 伝送によるお客さま情報伝送システムの開発

Development of IP Network System for Electric Power using Cable Modem

宇佐見 修*	上村光一*	伊東勝二* ²	釘崎哲也* ²
Osamu Usami	Kouichi Kamimura	Katsuji Ito	Tetsuya Kugizaki
早川博恭* ²	篠田誠也* ³	田原雅史* ³	下大迫和隆* ²
Hiroyasu Hayakawa	Nobuya Shinoda	Masashi Tabara	Kazutaka Shimoosako
荒沢知宏* ²	川口武志* ²	田中基晴* ²	
Tomohiro Arasawa	Takeshi Kawaguchi	Motoharu Tanaka	

概要 インターネットプロトコル (IP) を用いた、お客さま情報伝送システムを開発し、2000 年から稼働開始した。開発の眼目は、従来の伝送システムに比べシステムコストを削減すること、お客さま情報のセキュリティを確保しつつお客さまのニーズに合わせた木目細かな運用を可能にするこの2点である。伝送路は光ファイバを用いた1×8、1×4のPDS (Passive Double Star) を採用した。また、開発の効率化を図るためにPDSに対応した伝送制御プロトコルを有する汎用ケーブルモデムを利用して実現した。今回採用したケーブルモデムの伝送プロトコルは、お客さまデータの収集を高信頼で実現できるように一定の伝送帯域を保証できるQoS (Quality of Service) 機能を有するものとした。システムの運用開始後逐次端末装置の増設が進んでおり、所期の機能が実現できている。以下にお客さま情報伝送システムの構成及び装置概要を示した。

1. はじめに

これ迄のお客さま情報伝送システムでは、1:1対向のHDLC手順による情報伝送が行われ、情報をハイアラキ構造をした機器の各ステージごとで定まった伝送形式に再構成していた。これらのシステムでは拡張性に乏しく、新規の情報伝送ニーズには対応できない。汎用性のある情報伝送方式としては、同一伝送路で多種多様な情報伝送を可能とするIPネットワークがあるが、なかでもケーブルモデムシステムは広範囲なLANを形成することができるフラット構造であり、高速インターネット接続も可能である。本文では、この汎用のケーブルモデムを利用し、PDS方式による光伝送網を特徴とするお客さま情報伝送システムを開発したので、以下に記述する。

2. システム概要

2.1 システム構成

- (1) システム構成を図1に示す。
- (2) 構成装置及び収容規模 (表1) は以下からなる。
 - ・ IP マネージャ
 - ・ ヘッドエンドモデム装置

- ・ ヘッドエンド管理装置
- ・ 光カップラ
- ・ お客さま端末

2.2 ネットワークの構成

(1) 上位網

既存の各種ホストはパケット網に収容されている。IP ネットワーク網と接続するためにはプロトコル変換が必要であり、このプロトコル変換を行うのがIP マネージャである。

(2) IP ネットワーク網

IP ネットワーク網には、ATM を使ってデータ伝送を行う汎用のヘッドエンド装置とケーブルモデムを採用した。ATM はイーサネットパケットをセルに区分化して送る方式で、使用するセル数を設定する速度保証型の通信方式である。そのセルを端末ごとに共有あるいは占有し、動的に割り当てるVBR (Variable Bit Rate) と、固定に割り当てるCBR (Constant Bit Rate) の速度設定が可能である。64 QAM 変調方式による下り伝送は、最大伝送速度30.34 Mbps 1回線を共有し、QPSK 方式による上り伝送は、最大伝送速度2.56 Mbps を6回線が独自に使用できる。本システムでは、電力設備情報を確実に伝送する必要性がありCBRを使用している。

(3) PDS 網

伝送路としては、光ファイバを使用したPDS (Passive Double Star) 方式とした。光カップラは、1×8分岐と1×4分岐を使用して1回線あたり最大32分岐とした。伝送距離は20 km程度とした。

* 東京電力株式会社

² ネットワーク事業部トランスポートプロダクツ部

³ ファイタルネットワーク研究所WTチーム

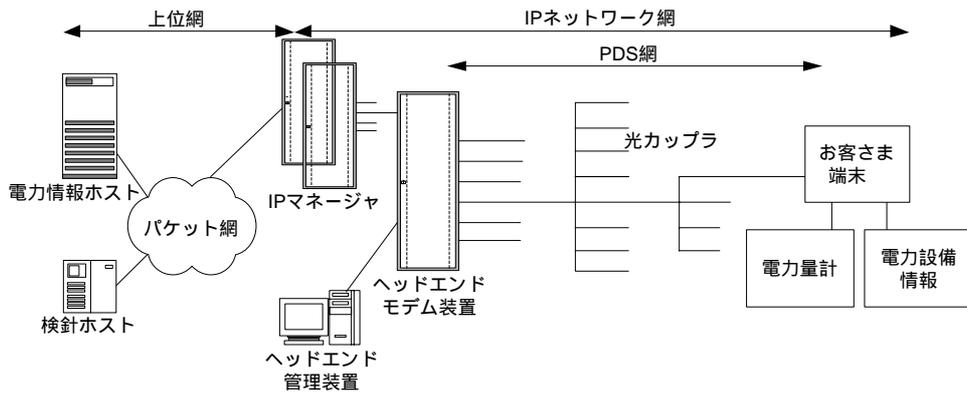


図1 システム構成
System diagram

表1 収容規模
Connecting scale numbers

No	装置名	接続台数	
1	IPマネージャ	4回線×600台 2400台	電力量計
2	ヘッドエンドモデム装置	6回線×32台 192台	お客さま端末
3	お客さま端末	2台	電力量計

3. 光ネットワークの構成

3.1 光ネットワークの構成

パケット網に接続するIP-Mを主要箇所配置し、このIP-Mに連なるHE系を店所等に設置する。

- (1) 各HEには2系統の上位情報経路を持たせる。
- (2) HEより下位系は情報内容、緊急性、負荷の集中状態、従来の負荷形態を考慮して、単一系とした。

3.2 光伝送路の設計条件

先に負荷規模を選定した内容にあわせて以下の設計条件を用いた。

- (1) 光伝送路許容損失範囲：約 20 dB ~ 37 dB
 - (2) 最大光伝送距離：約 50 km 以下
 - (3) 最大分岐数：32
- 光PDS方式を行い、光カップラを8分岐及び4分岐とを用いる。1回線最大32分岐とした。

損失計算は、各構成要素の最小・最大損失を検討して選定した。標準構成としては対象区域に上記範囲が多く含まれるようにし、範囲を超える場合にはアッテネータを使用するものとした。

3.3 伝送路損失計算

伝送路形態をパターン化し、HEから端末に至るまでを類型化し、次の2つに分けた。

- (1) 光学機器設置箇所とその損失パターン区間
光学装置設置箇所、中継箇所、端末箇所など。
- (2) 伝送距離を主体とする損失パターン区間
ケーブル線路区間、ケーブル分岐区間など。

標準構成要素、伝送損失・範囲、計算手順を定め、全損失を求め、基準と比較する。評価結果が満足出来なければ構成要素の変更を行い、再度演算を行う。

上記演算を手動でも行えるようにプログラム化を行って実用している。設計モデルを図2に示す。

4. システム動作概要

4.1 基本動作

基本的なシステム動作は以下の3通りであり、データの流れる図3に示す。

- (1) 電力量情報の収集
- (2) 電力設備情報の収集
- (3) 検針情報伝送

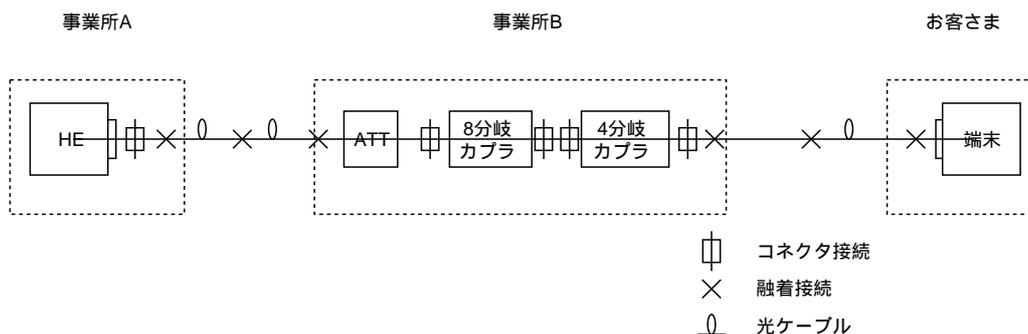


図2 伝送路設計
Optical path design

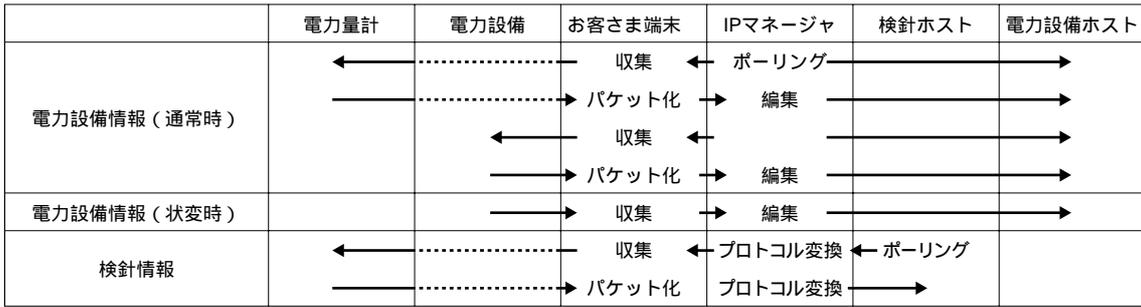


図3 データの流れ
Information flow diagram

4.2 IPマネージャとお客さま端末 間の通信

(1) 通信プロトコル

UDP/IPを使用したコネクションレスでIPマネージャとお客さま端末 間の通信を行う。UDPでは再送を行わないので、アプリケーションレベルでの再送を行っている。

(2) ポーリング通信

IPマネージャが2重系を構成し、伝送路を共通化しているため、以下の手順によりポーリング通信を行っている。図4にポーリング通信の流れを示す。

IPマネージャの1系、及び2系から同時に端末宛にポーリング情報が送信される。お客さま端末 は、パケットのトラフィックを増やさないう先着優先処理を行い遅達情報を廃棄す

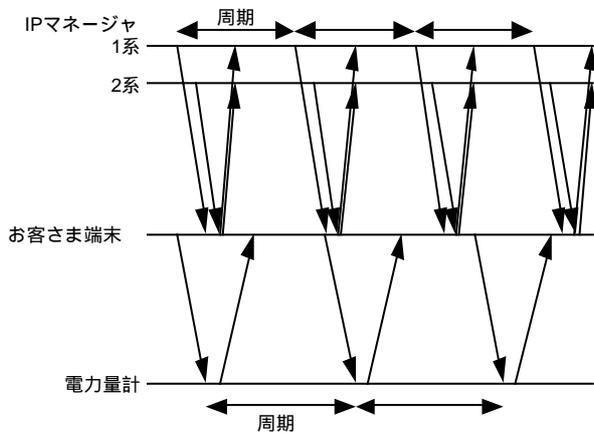


図4 ポーリング通信
Polling flow diagram

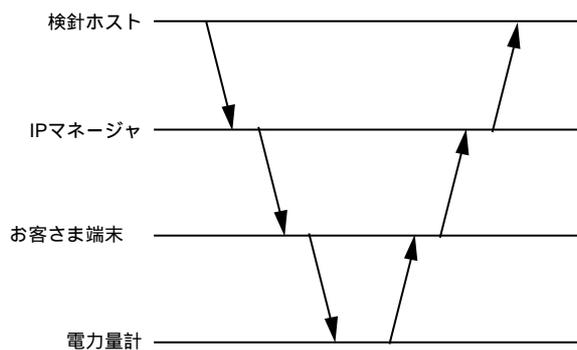


図5 検針情報伝送
Meter-reading flow diagram

る。先着した要求に対し、IPマネージャの1系、2系に同一の応答を情報送信する。IPマネージャにおけるポーリング情報の送達確認はお客さま端末 からの応答情報の受信により行う。IPマネージャがお客さま端末 からの応答情報の受信監視タイムアウトを認識した場合は、IPマネージャでは、ポーリング情報の再送を行う。

(3) 検針情報の処理

お客さま端末 は、IPマネージャを介して検針ホストからの検針要求情報を受信した場合は、この情報から要求電文を取り出し、通信機能付き電力量計又は表示端末に送信する。次にこの要求に対する電力量計からの応答電文をIPマネージャに検針応答情報として送信する。図5に検針情報の流れを示す。

(4) 電力設備情報処理

お客さま端末 は、通常時の電力設備情報はIPマネージャからのポーリング要求に対して通知する。状態発生時の電力設備情報は、速やかにIPマネージャに対し自発で送信し、IPマネージャは受信応答 (ACK) をお客さま端末 に返送する。お客さま端末 は受信応答 (ACK) によりSV状態情報の送達確認を行う。IPマネージャ1系又は2系のうちのいずれか一方から受信応答を受信すれば、両系に到達したものとみなしている。図6に電力設備情報の流れを示す。

ここで、状態情報は、速やかにIPマネージャに通知する必要がある、本システムではCBR設定によるQoSが確保されていることから、状態が複数同時に発生しても、遅滞なくIPマネージャに通知することができる点が特徴である。

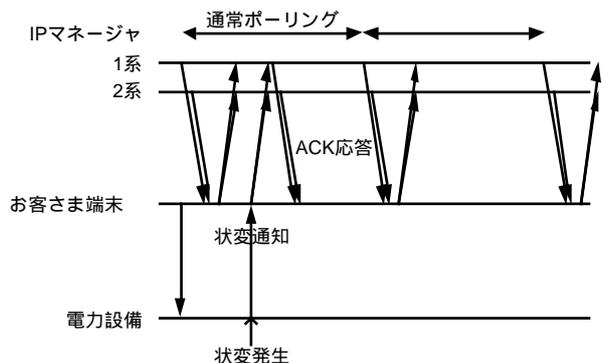


図6 表示情報通知
Status information flow diagram

4.3 装置動作説明

4.3.1 IP マネージャの動作

IP マネージャは、お客さま端末 に対するポーリング装置 であると共に、パケット交換網上にある上位ホストとのプロト コル変換装置及びデータの編集を行う。また IP ネットワーク における下位のお客さま端末 に対して IP アドレスの自動付 与を行う DHCP サーバとして機能する。

4.3.2 ヘッドエンドモデム装置の動作

(1) 通信手段

LAN 用ヘッドエンドとケーブルモデム間伝送路は、ツリー 状ネットワークであり、各端末が情報伝送路を共用している。 IP ネットワークでは1つのパケットが64 ~ 1518バイトの可変 長であり、そのまま送ると1台の端末が伝送路を占有するため、 高速ネットワーキング技術である ATM 技術を使用している。 ATM の固有ヘッダを持った53バイトのデータセルに分解して 送り出し複数の端末が伝送路を均等に共用できる通信としてい る。

(2) 衝突回避機能

PDS 網のように伝送路を共用しても、各 IP パケット間の衝 突が発生しないようにヘッドエンドとケーブルモデム間に情報 伝送用 ATM セルのほかに管理用 ATM セルを混在させ、この管 理セルにて電文間の衝突管理及び端末ごとの QoS 管理を行っ ている。これを図7に示す。

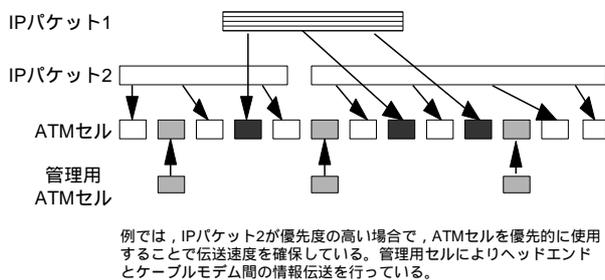


図7 衝突管理機能
Collision controlling packet assembly

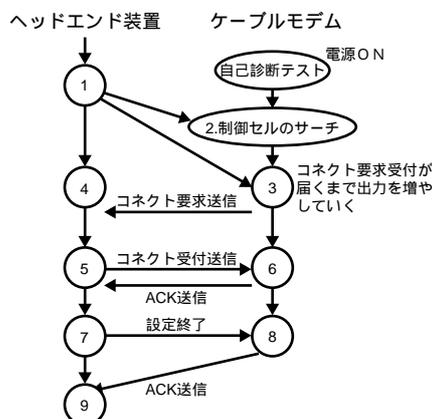


図8 自動調整シーケンス
Optical power level controlling sequence flow diagram

(3) 自動光レベル調節機能

ケーブルモデムシステムでは、ケーブルモデムから出力され る上り信号のレベルを自動的に調整することで、各ケーブルモ デムの上り信号のヘッドエンドでの受信レベルがケーブルモデ ムの設置場所によらず一定値になるように調整する AGC 機能 を持っている。この技術を PDS 網を実現するための光送受信 装置に利用している。

図8にその自動調整シーケンスを示す。基本的に電源投入さ れたケーブルモデムが、最少出力パワーでコネクタ要求の信号 を出し、ヘッドエンドから応答があるまで出力パワーを増やし ていくことで、ヘッドエンドでの着信レベルを一定となるよう にしている。

4.3.3 ヘッドエンド管理装置の動作

専用のシステム管理ソフトウェアにより、通信パラメータ設 定、各ケーブルモデムの登録、削除等の管理、及び通信状態の 監視・記録・ユーザ - 管理などを行う。

4.3.4 お客さま端末 の動作

お客さま端末 では、電文情報により通信機能付き電力量計 からの電力量値を取得すると同時にパルス入力による使用電力量 の計量を行う。電力設備のあるお客さまからは、接点信号に より電力設備情報の入力を行う。お客さま端末 は、通常時 IP マネージャからお客さま端末 への4分ごとのポーリング要 求に対し、そのときの電力設備状態を応答する。状態時 IP マ ネージャからのポーリングを待たずに、自発的に状態情報を IP マネージャに送信する。ケーブルモデムの仕様を表2に示す。 光PDS網の仕様を表3に示す。

5. 機器設置工事・調整

お客さま端末 の設置工事・調整においては次の2点を配慮 して開発を行った。

(1) きょう体サイズの小型化

現行の端末に対して内部構成上、ケーブルモデムが追加とな るが、基本的に現行のお客さま端末と同等のきょう体サイズと した。また、電力設備用の接点を取り込む個別入力部は、現行 外部取付けであったものを同一きょう体内に実装できるものと した。

(2) 現地での設定作業の削減

現行端末では、メンテナンスパソコンを現地に持ち込み端末 に対してアドレス設定及び電力量計毎のパラメータ設定を行っ

表2 ケーブルモデムの仕様
Outline of cable-modem specifications

項目	下り	上り
伝送速度	30.336 Mbps	2.56 Mbps
変調方式	64 QAM	QPSK
周波数帯域	300 MHz帯	30 MHz帯
占有帯域幅	6 MHz	1.8 MHz
エラー訂正	ビタビ/リードソロモン	リードソロモン
暗号化	40ビットDES	40ビットDES
RFレベル	45 ~ 75 dB μ V	78 ~ 118 dB μ V
所要CN	23 dB (10 ⁻⁹ BER)	16 dB (10 ⁻⁹ BER)

表3 光伝送装置の仕様
Outline of optical transmission equipment

項目	下り	上り
中心周波数	300 MHz	30 MHz
変調方式	64 QAM	QPSK
伝送媒体	1.3 μm零分散シングルモードファイバ	
中心波長	1.31 μm帯	
光出力レベル	+ 8 dBm (max)	変調光振幅 (rms値) 1.38 mW以上 21 μW以下
光入力レベル	- 8.2 ~ - 30.1 dBm	
RFレベル	45 ~ 75 dB μV	78 ~ 118 dB μV
使用コネクタ	SC - PC型	

補足：ケーブルモデムの自動送出レベル機能によって、端末ごとの送出する光パワーにおける区間ロスにしたがって光変調度が異なってくるため、信号成分の変調光振幅で表している。

ていた。お客さま端末では、その設定をIPマネージャ側にて行うことで、現地設定をなくした。

6. まとめ

ケーブルモデムを用いたお客さま情報伝送システムの開発にあたり、システムのコスト削減を図るとともに、お客さま情報のセキュリティ確保・IPネットワークでありながら端末の情報衝突が無くQoSを確保したお客さま情報伝送システムを実現し、所期通り運用することができた。

7. 今後の課題

お客さま情報伝送システムにおけるアクセス伝送系は、情報ニーズに対し柔軟なシステム構築が必要とされる。

今後、さまざまな情報ニーズの要求されるなかアクセス伝送路の伝送速度向上、多様な情報へのシステム対応を検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 加藤利雄：ケーブルLANシステム技術資料，ケーブルLAN専門部会，1998年
- 2) 丸山修孝：通信プロトコルの技術，オーム社，1997年



写真1 HEセンタ装置
Outline of HE center equipment



写真2 端末装置
Outline of terminal equipment



写真3 HE管理装置
HE control equipment