

feature article

# IP通信を利用した上下水道監視システム

Water and Sewerage Monitoring Systems Using IP Communication

高橋 一郎 Ichiro Takahashi

野中 浩二 Koji Nonaka

高橋 宏明 Hiroaki Takahashi

IP通信は、通信距離に影響されない定額の通信であり、高速で多重通信できるという特長がある。日立グループは、上下水道の監視システムにおいてもIP通信を利用するために、上下水道設備側に設置され、停電処理機能、ルータ機能、データの一時保存機能、多重通信機能を持つIP通信端末としてネットワークテレメータと公衆回線端末を開発した。これら四つの機能を生かして、ブロードバンド回線とインターネットに接続して、中央監視装置とサブ監視室の両方に接続する監視システムを構築する。

## 1. はじめに

インターネットの進化とともに発展してきたIP (Internet Protocol) 通信は、汎用性が高く通信の効率がよいことから、ユビキタスなコンピュータシステムを構築するために、さまざまな製品に適用されようとしている。上水道と下水道の監視システムにおいても、中央監視装置に使用されるコンピュータから、現場に設置されて信号を入出力する端末まで、IP通信が利用され始めた。

通信会社から新しく提供される通信回線においては、IP通信を利用できることが標準的になっており、上下水道の監視システムにおいても、IP通信に対応するシステムを提供することによって、システムの仕様の向上を図ることが可能となる。

ここでは、IP通信を利用した上下水道監視システムについて述べる。

## 2. IP通信の利用環境

### 2.1 通信回線

IP通信は、電話回線、光回線、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 回線、ケーブルテレビ回線、携帯電話回線などのさまざまな通信回線で利用することが可能である(表1参照)。

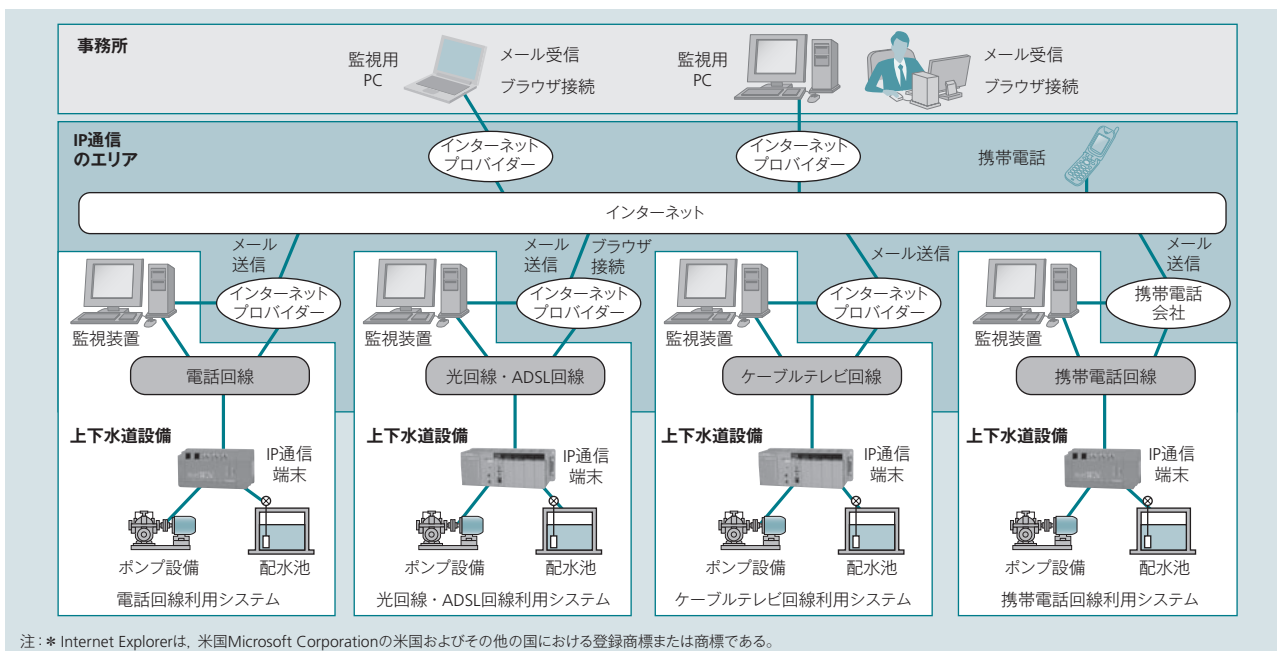
また、従来から利用してきたアナログ専用回線と比べ、高速で多重通信が可能という特長を持つ。IP通信を使用した多重通信を利用して、接点信号やアナログ信号などの監視データを送信するとともに、画像データやブラウザ用

表1 上下水道の通信に利用される通信方式

IP通信は種々の通信回線で利用され、高速、安価で多重通信が可能という特長がある。

項目	IP通信				従来方式アナログ通信
	電話回線	光回線・ADSL回線	ケーブルテレビ回線	携帯電話回線	アナログ専用回線
通信の方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>IP通信</li> <li>音声通話</li> <li>ファクシミリ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IP通信</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IP通信</li> <li>テレビ放送</li> <li>音声通話</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IP通信</li> <li>音声通話</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ伝送(回線を占有してデータ伝送)</li> <li>音声通話</li> </ul>
データ通信の種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ伝送</li> <li>ブラウザと通信</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ伝送</li> <li>ブラウザと通信</li> <li>画像伝送</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ伝送</li> <li>ブラウザと通信</li> <li>画像伝送</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ伝送</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ伝送</li> </ul>
通信速度(上り通信速度)	300ビット/s~33.6 kビット/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>光回線 1 Mビット/s~100 Mビット/s</li> <li>ADSL回線 512 kビット/s~5 Mビット/s</li> </ul>	200 kビット/s~2 Mビット/s	144 kビット/s~384 kビット/s	200ビット/s~14.4 kビット/s
多重通信	可能	可能	可能	可能	不可
通信距離と通信料金の関連	通信距離の増加により通信費増	通信距離に関係なく通信費一定	通信距離に関係なく通信費一定	通信距離に関係なく通信費一定	通信距離の増加により通信費増
主な用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>マンホールポンプの監視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>上水道の監視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>上水道の監視</li> <li>上水道の制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マンホールポンプの監視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>上水道の監視</li> <li>上水道の制御</li> </ul>

注：略語説明 IP (Internet Protocol), ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)



注：\* Internet Explorerは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標である。

図1 IP通信を利用した上下水道監視システムの全体構成

IP通信により、各種通信回線からインターネット回線へ接続することができる。また、携帯電話や事務所内LAN (Local Area Network) で利用するPCのInternet Explorer\*とメール受信ソフトウェアを使って複数の監視システムの状態をモニタできる。

のデータを同時に伝送する監視システムを構築することができる。

光回線やADSL回線では、通信費が通信距離に影響されない定額の通信を提供している。このため、広いエリアを監視し通信距離の大きいシステムの通信費用を低減することができる。

また、通信回線事業者により提供されるプライベートグループのサービスを利用すると、契約したユーザー以外の第三者による侵入を予防することができる。上下水道の監視システムにもこれらのサービスを適用する事例が増えている。

## 2.2 IP通信を利用した上下水道監視システム

上下水道設備の現場にIP通信端末を設置することにより、上下水道設備と監視装置までの通信、およびインターネットを経由して、事務所や携帯電話までをつなぐ通信の両方をすべてIP通信とする一貫したデータ監視システムを提供することができるようになった(図1参照)。

これにより、メールやブラウザなどの汎用のソフトウェアを利用することができ、ユーザーインターフェースの操作性を向上するとともに、監視システムを増設したり、更新したりする際にシステム構築の互換性を向上させることができる。

なお、インターネットを利用する際には、インターネットとの接続部にファイアウォールなどを設置してセキュリティを確保することが必要になる。

## 3. IP通信端末の技術

### 3.1 IP通信端末への要求仕様

上下水道の監視システムに組み込むために、IP通信端末には以下の機能が要求される。

- (1) 各種の通信回線に接続するために必要となるTCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 通信機能
- (2) 複数の監視装置や端末と装置と同時に接続するために必要となるマルチタスク機能
- (3) 通信回線へログインするために必要なPPPoE (Point to Point Protocol over Ethernet<sup>\*1)</sup> 機能をはじめとするルータ機能
- (4) 上下水道設備の現場側に設置するために必要な小型で耐久性の高いハードウェア

### 3.2 ハードウェアとソフトウェアの構成

常時接続型のIP通信端末には、イーサネット<sup>\*2)</sup> 2個を内蔵するハードウェアとすることにより、ルータ機能を持たせた(表2参照)。これにより、現場でPCをIP通信端末に接続してルータとして利用し、現場から監視システムをモニタし、保守することが可能となった。

ソフトウェアでは、OS (Operating System) にLinux<sup>\*3)</sup>を採用して、IP通信に必要なサーバソフトウェアを動作させた。イーサネット系のIP通信をするために、PPPoEの機能と、電話回線やモデムを利用したシリアル

\*1) Ethernetは、米国Xerox Corp.の登録商標である。

\*2) イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の登録商標である。

\*3) Linuxは、Linus Torvaldsの米国およびその他の国における登録商標あるいは商標である。

系のIP通信を実行するためにPPP (Point to Point Protocol) の機能を持たせた。これにより表1で示した各種のIP通信回線を利用することができるようになった。

IP通信端末のアプリケーションプログラムにおいては、FTP (File Transfer Protocol), HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), メールなどの汎用の通信方式を採用して、上位のPCがIP通信端末から取得したデータを利用しやすいようにした。

### 3.3 上下水道監視システム特有の機能

上下水道の監視システムを構築するため、IP通信端末に以下のような特有の機能を持たせた。

#### (1) 停電処理機能

##### (a) 停電時のメモリ、ファイル保護機能

停電が発生しても、IP通信端末のシステムファイルとメモリを保護するための機能を持つ。フラッシュメモリ内のデータ構造をジャーナリングファイルシステムとし、万一、停電によってファイルが破損した場合には、バックアップしていたファイルを代わりに使用することにより、停電復旧後に監視システムが自動で起動するようにした。

##### (b) 停電が発生したことを通報する機能

電話回線は設備側が停電しても利用できるため、電話回線を利用して、設備の停電を上位の監視装置に通報することが可能である。このため、IP通信端末本体に充電式のバッテリーと停電を検出する回路を持たせ、停電を通報させるようにした。

表2 IP通信端末のハードウェア、ソフトウェア構成

IP通信を利用するために必要なハードウェアとソフトウェアの構成を示す。

分類	構成	仕様	説明
ハードウェア	MPU	MMU機能付き	Linuxを動作させてIP通信
		32ビットCPU	
	メモリ	32 Mバイト	
	フラッシュメモリ	32 Mバイト	
	イーサネット	2個内蔵	ルータ機能によりネットワーク接続機能を向上
ソフトウェア	OS	Linux Kernel 2.4	IP通信の機能を向上
	通信	TCP/IP	各種の通信回線でIP通信
		PPP	
		PPPoE	
		Smb	
	サーバ	FTPD	パソコンの標準ソフトウェアで通信可能
HTTPD			
通信用アプリケーション	メール送信機能	警報発生時にメール送信	
ルータ機能	ルーティング機能	上位のネットワークに接続	
	PPPoE	IP通信回線に接続	

注：略語説明 MPU (Micro Processing Unit), OS (Operating System), MMU (Memory Management Unit), CPU (Central Processing Unit), TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), PPP (Point to Point Protocol), PPPoE (PPP over Ethernet), Smb (Server Message Block), FTPD (File Transfer Protocol Daemon), HTTPD (Hyper Text Transfer Protocol Daemon)

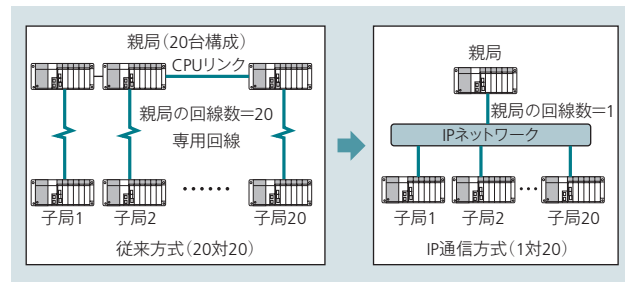


図2 多重通信の効果

多重通信により、中央監視側の構成を小型化することが可能となる。

#### (2) データの一時保存機能

IP通信端末内に10日間の監視データを一時保存し、万一、通信異常が発生してデータ送信が失敗した場合でも、IP通信端末内に保存されていたデータを、通信が復旧した後に参照できるようにした。IP通信の回線でも、回線の保守作業などにより通信が一時的に中断される場合には、必要となる機能である。

#### (3) 親局機能

専用回線タイプのIP通信端末は、複数の上下水道設備のデータを収集する親局機能を持つ。従来方式の監視システムでは、中央監視装置側には、監視する機場の台数分の通信回線と、台数分の親局または親局モジュールがあった(図2参照)。

これに対し、IP通信方式では、親局用の1回線と1個の親局により複数の子局のデータを収集できるため、従来の親局に比べ小型化が図れる。

## 4. ネットワークテレメータと公衆回線端末



常時接続してデータを収集するタイプのネットワークテレメータと、通信が必要な時に通信するタイプの公衆回線端末をIP端末として製品化した。

ネットワークテレメータは、最大で親局4台と子局20台が連続して常時通信する。親局は子局20台のデータを収集する。子局は親局4台に対してデータを送信する。

公衆回線通信端末は、内蔵のアナログモデムにより、電話回線を利用することができる。PPPにより、電話回線をイーサネットと同様にTCP/IP回線として利用し、ブラウザとの通信やメール送信ができる。主にマンホールポンプや小規模の上水道設備の監視に使用する。小規模の設備では、設備の停電を通報する必要があるため、内蔵する充電式のバッテリーにより、設備の停電を通報する機能を持たせた。ネットワークテレメータと公衆回線端末の仕様を表3に示す。

**表3 ネットワークテレメータと公衆回線端末の仕様**

IP通信端末（ネットワークテレメータと公衆回線端末）の仕様を示す。

機種	ネットワークテレメータ	公衆回線端末
外観		
接続方式	常時接続	ポーリング（1日に数回接続）
親局機能	現在値	複数機場のデータを一覧表示
	警報表示	発生中の警報を瞬時に表示
	管理報	複数機場のデータを一覧表示
通信回線	<ul style="list-style-type: none"> <li>ケーブルテレビ回線</li> <li>フレッツ*1・グループ光</li> <li>フレッツ・グループADSL</li> <li>フレッツ・グループISDN</li> <li>インターネット回線</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電話回線</li> <li>CPA*2</li> <li>ケーブルテレビ回線</li> <li>フレッツ・グループ光</li> <li>フレッツ・グループADSL</li> <li>フレッツ・グループISDN</li> <li>インターネット回線</li> </ul>
N:N通信	テレメータ 親局4:子局20	親局1:子局100（電話回線）
ルータ機能	WAN	NTTやプロバイダー側に接続
	LAN	機場のカメラ、IP電話、PCに接続
データ保存	日報	10日
	月報	12か月
	年報	2年
	警報履歴	300件（ブラウザ用）
	トレンド	10日
停電処理機能	2時間ごとに日報を不揮発メモリに保存	バッテリーでバックアップ（電話回線）

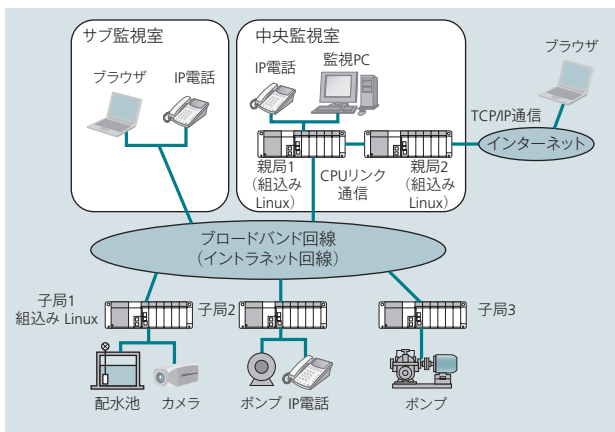
注：略語説明ほか CPA（cdma Packet Access）、WAN（Wide Area Network）、ISDN（Integrated Services Digital Network）、NTT（日本電信電話株式会社）  
 \*1 フレッツは、東日本電信電話株式会社・西日本電信電話株式会社のサービス名であり、登録商標である。  
 \*2 CPAは、KDDI株式会社の登録商標である。

## 5. システム事例

ネットワークテレメータを使用したシステムの事例について以下に述べる。

このシステムでは、ブロードバンド回線を利用して上下水道設備のデータを中央監視室に送信する（図3参照）。

設備側には、ネットワークテレメータ子局が設置され、中央監視室には2台のネットワークテレメータ親局が設置される。親局1は、子局のデータを収集し、親局2はインターネットに接続して、PCからの監視に使用される。



**図3 ネットワークテレメータのシステム事例**

ブロードバンド回線を利用して多重通信し、親局1と子局1～子局3が常時通信する。親局2がインターネットにデータを提供する。

セキュリティを確保するため、親局1と親局2の間の通信は、TCP/IPが利用できない固有の通信〔CPU（Central Processing Unit）リンク〕で接続され、万一、インターネットからの侵入があっても、親局1への侵入が難しい構成としている。

親局2は、親局1から監視データをコピーして、インターネットにデータを提供する。警報信号を検出した場合は、メールを利用して警報データをPCや携帯電話に送信する。

サブ監視室では、ブラウザを利用して親局や子局のデータを表示する。これにより、サブ監視室は、中央監視室をバックアップする機能を持つ。

## 6. おわりに

ここでは、IP通信を利用した上下水道監視システムについて述べた。

今後、IP通信端末を活用して、WiMAX\*4)やNGN（Next Generation Network）などの新しい通信回線の特長を生かした監視システムを構築することが可能となる。

将来においては、IPv6（Internet Protocol Version 6）などの技術の進化により、さらに下層の個々のセンサーまでIP通信が利用されると予想される。その際には、IP通信端末は、個々のセンサーと上位の監視装置をつなぐ装置の役目を果たし、監視システムの構築を容易にするものと期待される。日立グループは、今後も、IP通信を利用するシステムの機能向上を図っていく考えである。

\*4) WiMAXは、WiMAX Forumの登録商標である。

### 参考文献

- 1) Interface編集部：SH3&SH4プロセッサ入門、CQ出版社（2004.10）
- 2) 白崎：Linuxのブートプロセスをみる、ASCII（2004.4）
- 3) A.Rubini：Linuxデバイスドライバ、オライリージャパン（1998.12）

### 執筆者紹介



**高橋 一郎**  
 1981年日立製作所入社、電機グループ 社会・産業システム事業部 習志野社会システム部 所属  
 現在、遠隔監視システムの開発、設計に従事



**野中 浩二**  
 1981年日立製作所入社、電機グループ 社会・産業システム事業部 習志野社会システム部 所属  
 現在、遠隔監視システムの開発、設計に従事



**高橋 宏明**  
 1990年日立製作所入社、電機グループ 社会・産業システム事業部 習志野社会システム部 所属  
 現在、遠隔監視システムの開発、設計に従事