

鉄道沿線情報コンセントシステムとユビキタス構想

近藤 公雄 青木 士門

IT技術の進展は、公共交通においてもHotspotの導入やモバイルSuica*¹⁾ など駅構内での情報配信や決済、シームレスな移動の支援などユビキタス化をもたらし、一般利用者に向けたサービス性・利便性向上に向けたシステム化が鮮明になりつつある。

駅移動をマッピングした旅客モバイルナビゲーションも広告会社とのタイアップで急速にコンテンツが充実しそうな勢いにあり、まさに鉄道空間のユニバーサルデザインを考慮した、ユビキタス化が進みつつある(図1)。

鉄道情報のユニバーサルデザインの対象には、当然沿線空間も含まれ、気象情報の収集や事故検知等の沿線情報の収集と、保守作業員への情報配信や踏み切り待ちでの車への情報配信といった情報利用も研究されている。

本稿では、その沿線空間の方向性として、沖電気が提案する鉄道沿線情報コンセント*²⁾ についての概要とシステム構造について述べる。

されるが、最重要テーマであるFail Safe Systemの継承に加え下記のような各種業務をターゲットとした沿線IP Network化の検討を行っている。

■沿線保守

- 通信、電力、線路、等の保守業務
- 信号保安設備状態監視のテレメトリ
- 輸送管理システムへ保守作業線閉の申し込み

■情報サービスの高度化

- 防災情報システム
- 音声・データ斉／個別伝送
- 映像配信システム

沿線施設の保守業務では、設備管理システムを利用して帳票類主体からOA化への業務改善を行なうが、システム導入範囲を工事発注先である協力会社へも拡大可能としている。沿線で管理サーバへ直接アクセス可能となることで、作業の効率化はもとよりトータルコスト面でのメリットも生まれる。

信号保安設備では、定常監視システムにより状態監視を実施し、保守自動化を調歩同期式からIPテレメトリ化

沿線空間 沿線 IP Network化のコンセプト

沿線を取り巻く通信環境としてさまざまな用途が想定

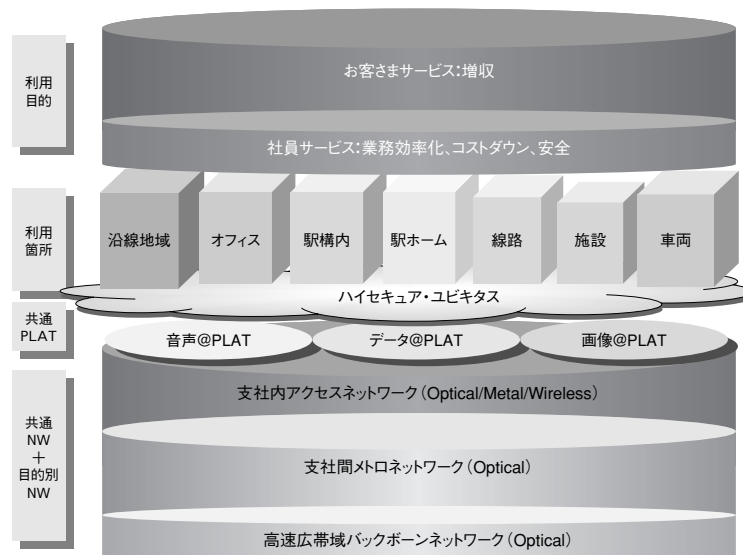


図1 例：JREast次世代NWイメージ

*1) モバイルSuicaは東日本旅客鉄道(株)の登録商標です。 *2) 鉄道沿線情報コンセントは一般用語ではなく、沖電気工業(株)の商標(登録検討中)です。

への変革を検討している。

線閉では、沿線電話回線を利用してハンディターミナルからATOS^{*3)}への作業申し込みを素早くできるだけでなく、多くの情報がデータ伝送可能となる。

情報サービスの高度化として、鉄道沿線での防災情報（水位計、地震計、雨量計、風速計、レール温度計、積雪深計、洗掘計等）収集、解析システムがある。

このシステムは、本来、列車運行の規制基準値を監視通知し、運行管理を行うものであるが、気象情報サービス会社へ部外気象予測情報の提供なども行っている。集中豪雨などの情報精度を高めるための観測拠点増設や、予知システム等をIP化と合わせて検討中である。映像監視システムを利用した、変電所、無人駅、踏切、落石および河川水位監視箇所や自然災害危険箇所の監視もターゲットとしている。

音声やデータ通信等、利便性向上のためWireless Fidelity網を構築する場合、鉄道沿線コンセントはアプローチネットワークとして位置付けられ、PDA、モバイルIP携帯等、鉄道沿線で無線技術を融合するシームレスなユビキタス環境を実現可能にする。

鉄道沿線コンセントの構成

国土交通省令第60条（保安通信設備）に基づき、鉄道沿線には約500m間隔でターミナルボックス（沿線電話機）が鉄道独自の電話等保安通信設備として設けられている。安全と円滑な運行の独自確保が法令の定める意義であり、非常用連絡手段として今後も補助的役割を担っていくものと思われる。

当社はJR全体で沿線電話機の約70%を提供しており、鉄道の安全と円滑な運行に貢献してきた。

この既設沿線電話回線を利用した新たなネットワークソリューション（鉄道沿線情報コンセント）について概要を述べる。

(1) 構成ポイント¹⁾

- 沿線電話機のアナログ既設回線（0～4kHz）に重畳させ、DSL（Digital Subscriber Line）技術を使ったブロードバンドインフラを構成し、沿線π回線構成上で多段接続ネットワークを構築する。
（特願2003-63854：情報伝送システム 参照）²⁾

*3) ATOS：Autonomous decentralized Transport Operation control System(自律分散型列車運行管理システム)

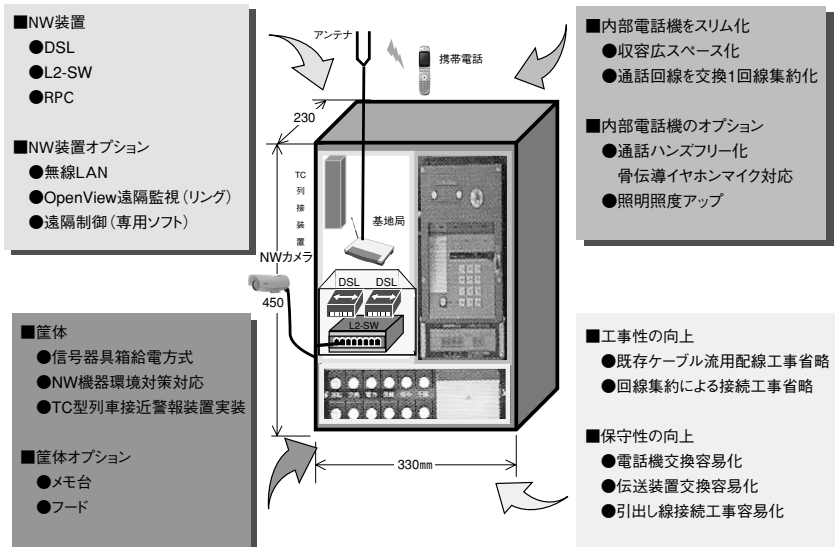


図2 鉄道沿線情報コンセントの構成

- 鉄道環状線沿いにネットワークもRingを構成し、IEEE802.1dプロトコル上でネットワークポロジの自動回復機能を持たせる。
- 1環状線を1segmentとし、内蔵L2-SWポート（コンセント）でEthernet環境を沿線フィールドに提供する。
- ネットワーク機器は、対環境性を考慮してターミナルボックスに収容する。
- 幹線系など光インタフェース収容の場合にも、機器構成変更のみで構築可能とする。

(2) 収容構造

既存ターミナルボックスを活用するために、従来の51型沿線電話機モデルの小型化改良し、従来の構造、機能部分については恒久性を担保した上で、新たなネットワーク機器を収容するスペースを確保した。

電話機の小型化を可能にした要素は次のとおりである。

- 交換回線以外の（信号、運転、電力、保線の各指令通話回線）の音声IP仕様化
- 沿線電話機本体のHybrid IC化
- 保守対象回線削減によるアナログ機能効率化

ネットワーク機器は、上部方通信用と下部方通信用に2台のDSL装置、SNMP Agent用にL2SW、制御Agent用にRPC（Remote Power Control）を設置する。

ターミナルボックスの設置条件より、バイメタルサーモスタットでエアコントローラ制御を行うなど耐環境性の強化も考慮した。

小型化した電話機は使い勝手が従来よりも改良され、骨伝導イヤホンマイク採用により外部雑音環境でも聞き取りやすいようにする。またHybrid IC化により省エネルギーを実現し、その効果で照明照度もアップさせることも可能である。

ネットワークポロジの検討

沿線は、鉄道路線図に見られるように環状線を構成する場合がほとんどであるため、DSLリングネットワークポロジ構成とした。

図3のように環状線沿いにリングネットワークを構成し、Spanning Tree Protocol (IEEE802.1d) を用いてブロードキャストストームを論理的に回避する。また、通信障害時には、root bridge (図3の信号通信機器室) 拠点よりBPDU (Bridge Protocol Data Unit) の送出により、通信障害時に仮想パスルートへのスイッチング (Blocking port→Forwarding port) を素早く行うことで、トポロジを再構成し迂回ルートで通信を継続できる構成とした。

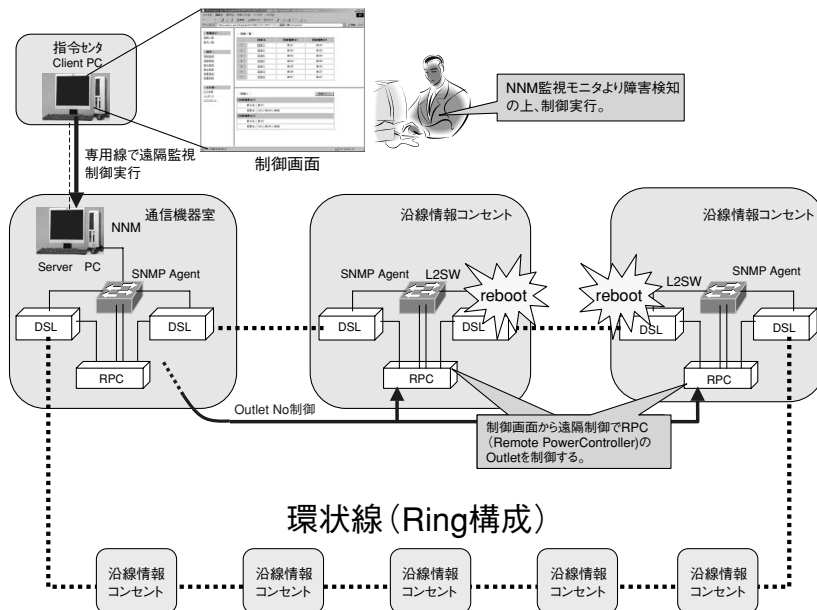


図3 リングネットワーク構成

監視システム概要

本DSLリングネットワークは、防災情報システム等ミッションクリティカルな運用を必要とするため、OpenView network node manager^{*4)} を用いて障害検知、標準MIB情報の収集を行い、ネットワークステータスをグラフィカルなダイナミック・マップや、イベントメッセージ等を用いて表示し、運用者が状況を瞬時に判断できるネットワーク監視システム構成とした。NNM for Windows対応により、遠隔監視拠点 (指令センタ等) からのリモートアクセスも可能で、センタ集中型監視システムも構成できる。

制御システム概要

図3の通信機器室にあるSever PCに実装したSNMP Managerにより、SNMP trapでイベントメッセージ情報を検知すると、障害パスを仮想パスルートへ移行させることでネットワークポロジを再構築する。

この後、障害パスの早期復旧が必要となる。通常、障害パス間のDSL装置は、遠隔での制御が出来ないため、本システム用に独自の制御ソフトウェアを開発し、図3のよ

*4) OpenView network node managerはヒューレット・パカード社の登録商標です。

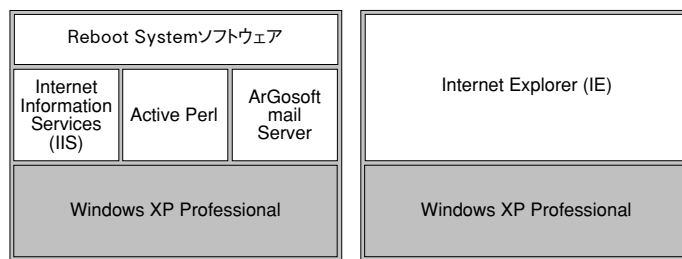


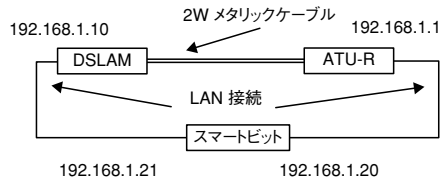
図4 制御ソフトウェア構成

うに、1 clickでRPCを制御し、障害パス間のDSL機器を復旧させることを可能にした。RPCは自分が電源供給している先の機器に対し、ポーリング監視も可能で、監視ステータスを電子メールで通知する。

図3の通信機器室設置の制御ソフト端末へは、指令センタ等の遠隔保守拠点からリモートアクセスが可能である。(制御ソフトウェア構成 図4参照)

鉄道沿線情報コンセント多段接続のLatency量

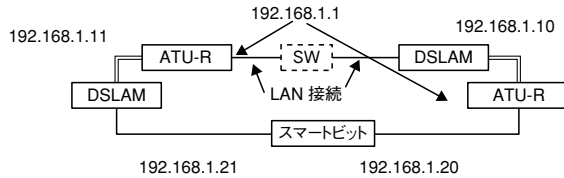
沿線においてリングネットワークを構成する場合、総距離は数十kmに及ぶために、鉄道沿線情報コンセントを多段接続して距離を延長する必要がある。多段接続時の懸念事項として、トラフィックの遅延 (Latency) を考慮しなければならない。VoIP等のリアルタイムトラフィックを搬送するためには、Latencyの低いネットワークである必要がある。



(a) Latency 測定構成 (1段構成)

評価機器

- ・ 構内ADSL (沖電気)
- ・ SW:FS705EL (Centre Com社)
- ・ Smartbits (SMB-2000 ML-7710)



(b) Latency 測定構成 (2段構成)

評価機器

- ・ 構内ADSL (沖電気)
- ・ SW:FS705EL (Centre Com社)
- ・ Smartbits (SMB-2000 ML-7710)

図5 Latency測定構成図

表1 Latency測定結果

項番	構成	音声Codec	パケット送出間隔 [ms]	パケットサイズ [Byte]	使用帯域 [kbit/s]	Latency [μ s]	SW有無
①	2段接続	ITU-T G.729a	80ms	138B	54.4kbit/s	5400.2	無
②	1段接続	ITU-T G.729a	80ms	138B	54.4kbit/s	2498.2	無
③	2段接続	ITU-T G.729a	10ms	68B	13.8kbit/s	4548.3	無
④	1段接続	ITU-T G.729a	10ms	68B	13.8kbit/s	2129.6	無
⑤	2段接続	ITU-T G.729a	80ms	138B	54.4kbit/s	4890.0	有

鉄道沿線情報コンセントを多段接続した際の、Latency量について考察する。

図5で (a) と (b) のLatency値の差分が多段接続のLatency量になると考えられる。ITU-T勧告G.729aの音声CODECを送出間隔10msとした場合のLatency量は、表1の測定結果③と④の差分約2.5msに相当する。

①と⑤の差分約0.5msがL2-SWの遅延に相当するので、L2-SWの遅延も考慮するとトータルLatency量は3ms程度と考えられる。この数値は、あくまで図5に記載した装置がもたらすものであるため、一定の目安値と考えるのが妥当であるが、IP電話のLatency許容値が200~300msを考慮するとさまざまな環状線でのRing構成は十分可能であると推察できる。

あとがき

安全と円滑な運行のための保全業務は基より、旅客や沿線自治体へのサービス向上など、より効率的で利便性の高いシステムへの移行を、現行システムを継承しながらも、低コストで効果の大きい体系作りが不可欠である。それを実現するためのシステムとして、今後検討されることを期待する。

また、総務省の電波政策ビジョンに基づき、周波数割

当てが見直される中で、移動中列車内でのインターネットアクセスや、鉄道系沿線施設（ホテル、マンション、ビル）への通信インフラとしての新無線技術利用が将来的に考えられる。その際のバックボーンネットワークへの沿線アクセス網として（特に地方線区における）本システム適用の可能性も検討していく。

鉄道通信については、どのようなIP化のニーズがあるのか、今後とも模索していきたい。◆◆

参考文献

- 1) 本橋幸二, 伊藤哲也: 「ADSLを適用した地方線区長距離伝送システム」, Technical Review JREAST, No.10, Winter2005, pp.062-067, 2005年
- 2) 特許庁 特許出願番号2003-63854, 情報伝送システム (東日本旅客鉄道株式会社/沖電気工業株式会社共同出願)

筆者紹介

近藤公雄: Kimio Kondou. システムソリューションカンパニー 運輸流通ソリューション本部 営業第二部 担当部長
青木士門: Shimon Aoki. システムソリューションカンパニー 運輸流通ソリューション本部 SE第二部