

天然ガスパイプラインの遠隔監視システム

庄林 直樹 (しょうばやし なおき)

① まえがき

富士電機は、1984年に石油資源開発株式会社・秋田鉱業所由利原鉱場に監視制御システムを納入した。その後、1993年にDCS (Distributed Control System) に更新し、さらに2007年に送ガス状況遠隔監視システムを納入した。

本稿では、由利原鉱場に納入したパソコンDCSを応用したシステムを中心に、天然ガスパイプラインの遠隔監視システムについて紹介する。

② ガスパイプライン設備

石油資源開発株式会社は、総延長約826kmにも及ぶ天然ガスパイプラインネットワークを操業している。このパイプラインネットワークは、勇払-札幌間ガスパイプライン、新潟-仙台間ガスパイプライン、白石-郡山間ガスパイプライン、新潟県内ガスパイプラインおよび秋田県内ガスパイプラインから成る。これらのパイプラインの要所には、緊急時にガスの流れを遮断する弁、ガスの圧力、温度を監視する計器、需要家への供給流量を計測する計器などが設置されている。

今回紹介する監視システムは、秋田県内の由利原・油ガス田、鮎川・油ガス田などで生産している天然ガスを秋田県内の需要家に送るガスパイプラインを遠隔監視している。

③ 監視システムへの要求事項

ガスパイプラインのガスの状態を監視するシステムには次の機能が求められる。

- パイプラインの圧力、温度情報、需要家への供給流量などを、中央基地の監視室からリアルタイムに監視できること
- 異常値を示した場合は、早急に警報を出力すること
- 各データを帳票にて記録する機能を持つこと
- 異常時には遠隔操作にて的確にパイプラインの遮断を行えること

④ 由利原鉱場の監視制御システム

4.1 概要

由利原鉱場は、中央基地内または近傍にある坑井基地で産出した天然ガスを、中央基地内で処理を行った後、ガスパイプラインを通して需要家に供給している。坑井基地および中央基地内の設備、さらにガスパイプラインの監視制御のために、富士電機はパソコンとプログラマブルコントローラ (PLC) を応用したDCSを納入している。図1に示すように、由利原鉱場のシステムは従来からあるDCS機能にとどまらず、テレメータテレコントローラ (TM/TC)、ITを応用したシステムを融合した構成となっている。

4.2 システム構成

由利原鉱場の中央基地には、富士電機のパソコンDCS「FOCUS-Jupiter」を納入した。オペレータステーションは、富士電機の監視パッケージを搭載したパソコンである。鉱場内の機器だけではなく、遠隔にある坑井基地、ガスパイプラインの状態すべてを表示し、1台のパソコンで集中監視することができる。鉱場内機器の制御を行うコントローラとして冗長化した富士電機のPLC「MICREX-SX」を採用している。さらに遠隔にある坑井基地のデータを収集するために、TM/TCを接続した。また、ガスパイプラインの監視を行うためにIP-VPN (Internet Protocol-Verturnal Private Network) 技術を応用したPLCネットワークによる監視制御システムを採用し、DCS、TM/TCと組み合わせることで、一つの監視システムとして扱うことが可能となった。遠隔監視を行う方法については、それぞれの技術の特徴を考慮し採用した。以下に各遠隔監視技術を紹介する。

4.3 TM/TCによる伝送

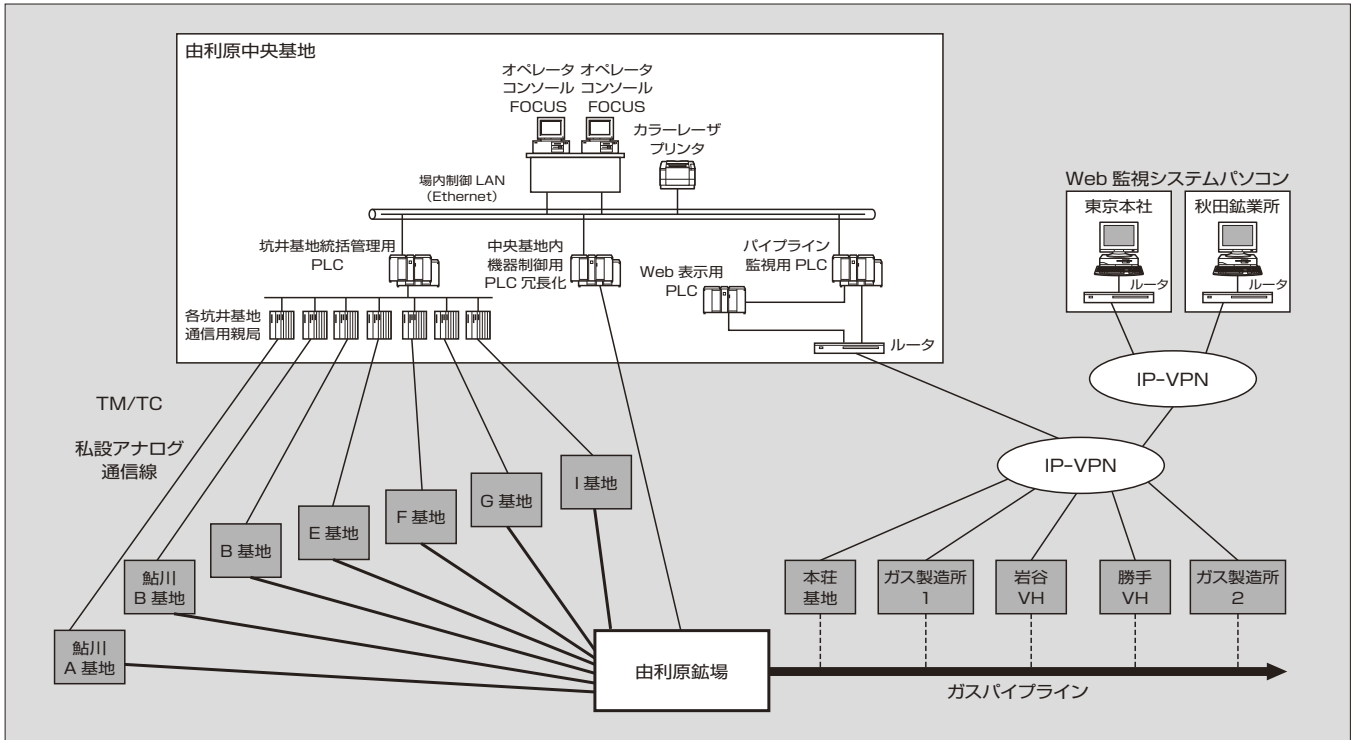
由利原鉱場では、古くから遠隔にある坑井基地を監視するために私設通信回線を敷設している。この通信回線を生かすため、坑井基地に関しては、TM/TCにて中央基地



庄林 直樹

石油、ガスパイプライン、空港給油設備の計測制御システムのエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機システムズ株式会社制御システム本部PIA統括部計測システム技術第二部担当課長。

図1 由利原鉱場の全体システム構成



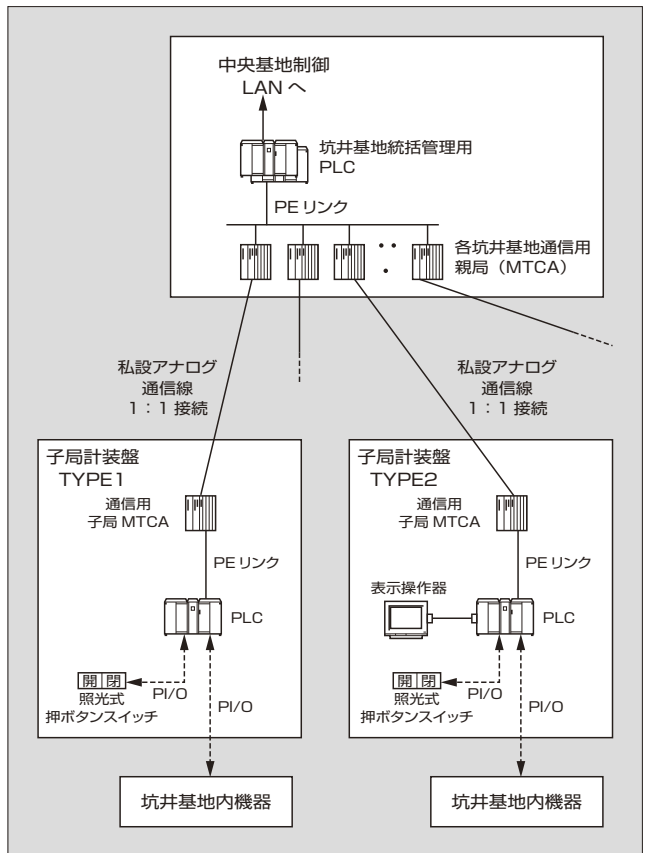
と通信を行う方式を採用した。図2に詳細を示す TM/TC 部は従来からある技術で信頼性の高いものである。私設線のため、通信会社のランニングコストもかからない。アナログモデムを使用した遠隔地へのデータ伝送方法である。本システムでは富士電機の通信制御用のアダプタ装置「MTCA」を採用した。PLCなどと組み合わせることで柔軟なシステム構成を組むことができる装置である。親局と子局が1対1で通信を行う構成とすることで、従来のTM/TCにて見られた伝送の遅れを抑えている。中央基地を親局、坑井基地を子局とした構成である。

坑井基地の現場機器の状態は坑井基地のPLCに取り込まれ、富士電機のPLCネットワーク「PEリンク」を介してMTCAに渡る。坑井基地のMTCAは、通信回線を経由して中央基地のMTCAに信号を送る。中央基地のMTCAは受信したデータを、坑井基地の統括管理用に設けたPLCに送る。この坑井基地統括管理PLCは各坑井基地から送信されるデータを一括で管理する。中央基地のオペレータステーションは統括管理PLCの情報により坑井基地の状態表示を行う。

4.4 IP-VPNによる伝送

ガスパイプラインの監視用として、NTTコミュニケーションズ株式会社のIP-VPNを応用した監視システムを採用した。図3にIP-VPN監視システム部の詳細を示す。パイプラインの監視機器は広域に分散されており、これらを接続するために私設線を新規に敷設するのはコストが膨大になる。これを最小化するため通信会社の専用通信回線サービスを採用した。サービスの中でも、広域の機器を一つのLAN上の機器と同じように扱えるIP-VPNを選択し

図2 TM/TC 構成詳細



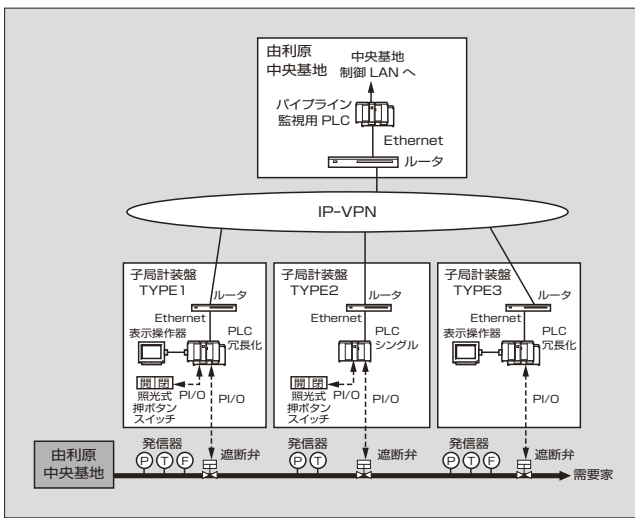
た。
IP-VPNとは、通信事業者の保有する広域IP通信網を経由して構築される仮想私設通信網(VPN)のことである。
鉱場内のEthernet回線を延長しパイプライン監視を行う

ような構成を実現した。

パイプライン上に分散設置した計装盤内に子局 PLC を設け、パイプラインの情報を収集する。このデータを子局 PLC は Ethernet 通信にてデータを送出する。データは IP-VPN を通して中央基地に伝送される。中央では、パイプライン監視用 PLC が親局となり、複数の子局のデータを受信する。これらのデータは親局 PLC にて加工した後、由利原鉱場内の制御 LAN 経由でオペレータステーションに表示される。なお、由利原鉱場では、中央基地内の制御 LAN の独立性を確保するため、IP-VPN の Ethernet とは直接接続しない構成とした。

〈注〉 Ethernet：米国 Xerox Corp. の登録商標

図 3 IP-VPN システム構成詳細



IP-VPN によるネットワークの利点として、IP 電話を使用できることが挙げられる。本システムでも市販の IP 電話機を使用し、中央基地と子局間の通話を可能とした。これは、IP-VPN 回線を使用しているため、通話コストはかからない。ただし、IP 電話を使用することは、子局 PLC の通信に割込みをかけることになるため、中央基地でデータ欠損や、データのリフレッシュが遅くなるなどの影響が出る可能性がある。このため、納入時には、IP-VPN の通信速度を考慮し、IP 電話よりデータ通信を優先する設定とした。

4.5 Web 監視システム

由利原鉱場にてガスパイプラインの集中監視を行っている。これに加え、由利原鉱場より約 50 km 離れた秋田市内の秋田鉱業所および東京にある本社においても、由利原鉱場の送ガス状態を遠隔監視可能にするシステムとして Web 監視システムを採用した。図 4 に詳細を示す。これは、より汎用性の高い機器を使い、手軽にかつ安価に構築できる遠隔監視システムである。

秋田鉱業所、および本社に設置したパソコンのブラウザ（インターネットエクスプローラなど）にて遠隔監視可能なシステムで、パソコン側に特別なプログラムを不要としている。図 5 に示すように、秋田県由利原地区のガスパイプライン状況をグラフィック表示し、さらに圧力、温度などのトレンド表示も可能とした。

通常、このような機能は Web サーバという専用のサーバを設けて行うが、本システムでは PLC にて実現している。MICREX-SX にラインアップされる Web モジュールを実装することで実現できる。Web モジュールは

図 4 Web システム詳細

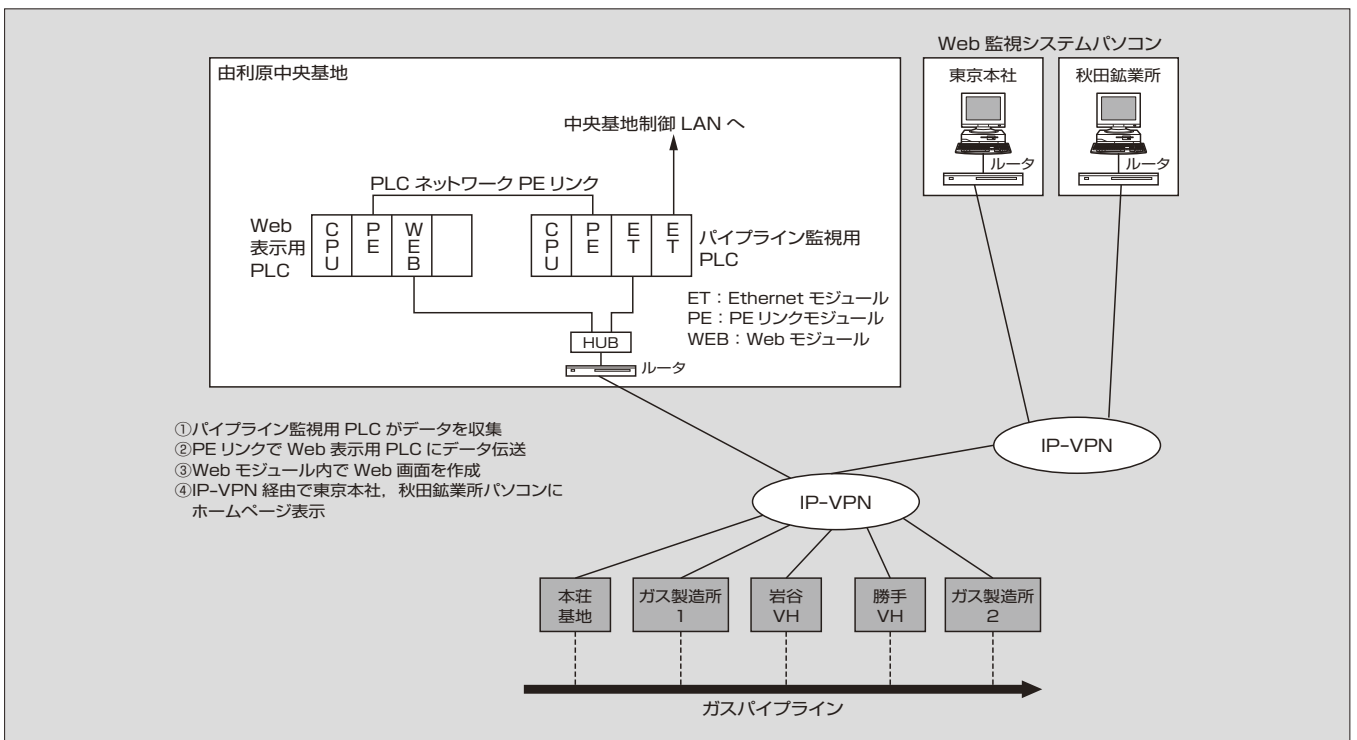
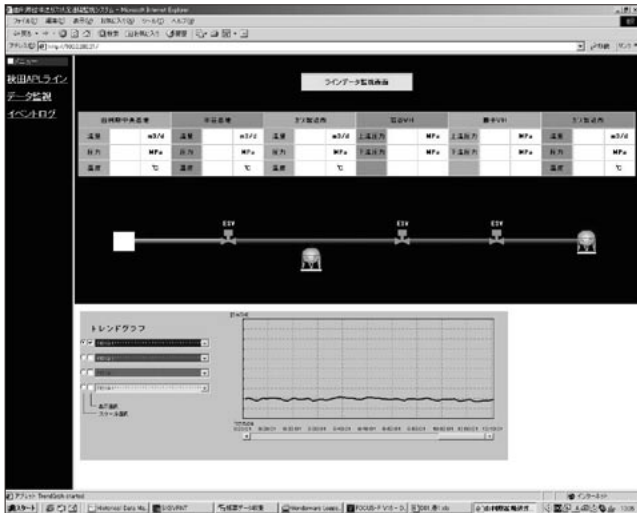


図5 Web画面例



10BASE-T, 100BASE-TXの接続端子を持ち、由利原鉾場のIP-VPNに接続する。このIP-VPN網に秋田鉾業所の監視パソコン、本社の監視パソコンを接続することで、インターネットでホームページを見るように送ガス監視状況を表示することができる。本システムでは使用していないが、遠隔からのデータ設定、機器操作も実現可能である。

4.6 IP-VPN 通信システムでの注意事項

IP-VPNを使用した遠隔監視システムを構築するに当たり注意した点を述べる。

(1) 通信異常の検出方法

通信回線の異常を確実に検出し、エラーデータによる誤動作を防ぐために、PLCにてリフレッシュカウンタを持たせる方法を採用した。これは、各PLCに定周期でカウントアップするカウンタを持たせ、計測データに加えそのカウンタ値も通信相手に送る。通信相手はそのカウンタ値の状態を監視し、カウンタの数値が一定時間以上変わらない場合、データの送り手との通信回線異常、または送り手機器が故障していると判断することができる。

(2) VPNの通信速度

子局側は、データ量が比較的小さいので、VPNの契約時に回線速度を遅いものにすることがあるが、中央側は全子局との通信を行うので速度を早いものにすることが必要となる。

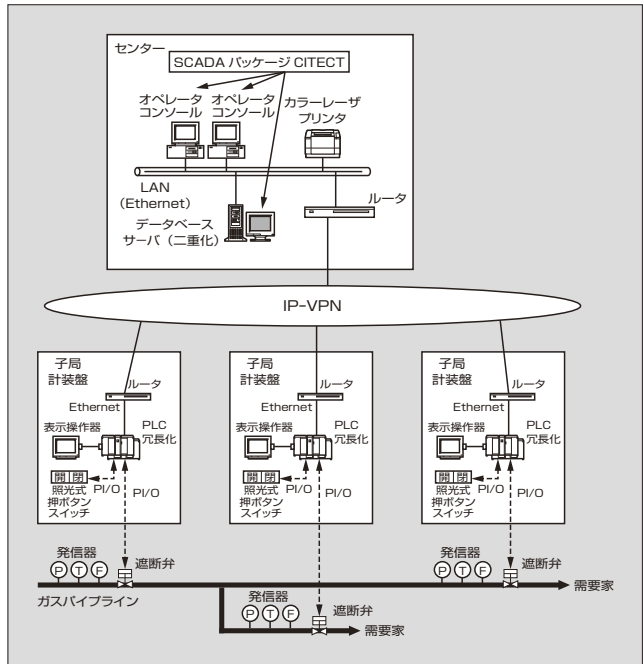
(3) ネットワークアドレス設定

VPNは閉じたネットワークを構成するので、その中でアドレス設定は基本的に自由である。しかし、ネットワーク全体の効率的な運用のためにサブネットワークの構成などを十分に検討することが重要である。これに伴い、IP-VPN業者とも十分に打合せを行い、ネットワーク設定を決定する必要がある。

(4) セキュリティ

今回納入のシステムは、IP-VPNに接続する機器はインターネット回線に接続しないことを前提としている。もし、インターネットに接続する場合、その機器を介して、IP-

図6 SCADAシステム構成例



VPN網にウィルスが侵入する可能性があるため、システム内のパソコンには最新のウィルス除去ソフトウェアを用いるなどの対策が必要である。

5 その他の遠隔監視システム

その他の富士電機の遠隔監視システムとしてSCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) を簡単に紹介する。

由利原鉾場の送ガス監視システムでは、中央基地の制御LANとIP-VPNとの独立性を確保するため、中央監視パソコンと現場設置の子局PLCは直接データの取合いをしない構成とした。これに対し、パソコンを直接IP-VPNに接続し、遠隔の子局を直接監視するシステムも提供している。主に監視機能を中心としたシステムで、富士電機のSCADAパッケージ「CITECT」を応用した遠隔監視システムである。システム構成例を図6に示す。中央監視室にパソコンまたはサーバを設置し、IP-VPN経由で現場の子局PLCと直接通信を行う。必要に応じ、サーバの二重化構成、バックアップサーバの設置も可能である。

6 あとがき

石油資源開発株式会社由利原鉾場に納入した遠隔監視システムを中心に紹介した。

今後もパソコンとPLCを用いた遠隔監視システムの開発をすすめ、より付加価値の高いシステムを提供していく所存である。

石油資源開発株式会社殿、エンジニアリングメーカー各社殿には多大なる協力をいただき、謝意を表す。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。