

Linux を搭載したガスタービン制御専用通信ゲートウェイの開発と 発電設備での適用事例

日立造船（株） 酒井 良典

ニチゾウ電子制御（株） 上出 修

オムロン（株） 坂口 学

1. はじめに

1995年、電気事業法が改正され、一般事業者が電力会社への電力卸供給ができるようになった。これに伴って、鉄鋼、化学、石油など、さまざまな業種の会社が独立系発電事業者（Independent Power Producer、略して IPP）となって、既設の自家発電所を流用したり、新たに専用の発電所を建設して、電力卸業に参入するようになった。このような、独立系発電事業者は、電力会社が行う一般競争入札に参加し、競いあって売電するため、従来の電力会社や同業他社よりも発電コストを下げる努力が行われている。新たに発電所を建設する場合、発電方式だけでなく、建設コスト、ランニングコストを下げ、より安価な電力を供給する努力をしている。

日立造船はガスタービンを使った効率の高い発電技術の研究開発、発電プラントの販売を行っており、すでに多くの実績がある。さらに、自社の茨城工場に発電所を持ち、独立系発電事業者となって1999年から東京電力へ電力を供給している。この茨城発電所2号機はガスタービン発電機、排熱回収ボイラ、蒸気タービン発電機を組み合わせた2軸のコンバインドサイクル発電設備である。

今回、日立造船茨城発電所に新たな卸発電用の発電設備を増設し、2006年6月に営業運転を始めた（写真1）。この設備は、出力10万kWの1軸コンバインドサイクル発電設備である。発電所のメイン装置に、米国ゼネラルエレクトリック社（GE社）製のガスタービン・発電機を採用し、システム全体の監視・制御と約105t/hの排熱回収ボイラおよび、ユーティリティ設備の制御を電機計装メーカー製DCSでなく、汎用制御装置・部品とPCの組み合わせにより、運転管理・プラント機器管理の

帳票やトレンド表示機能をも含む統括制御・管理システムを構築した。日立造船は、計画・基本設計、現地調整を担当し、ニチゾウ電子制御は、ハードウェアの調達・製作、ソフトウェアの製作を行った。この主制御コントローラには、オムロン製汎用二重化PLC（CS1Dシリーズ）を採用した。そこで、HMIによる統括監視、管理帳票・トレンド機能を構築するためにGE社のタービン制御装置とPLC計装とをシームレスに接続するゲートウェイを新たに開発することが必要になり、GE社専用通信ゲートウェイをオムロン製PLC用に開発した。今回、新しく開発された専用通信ゲートウェイの機能を中心に、その効果を紹介する。



写真1 日立造船茨城発電所

2. ガスタービン制御専用通信ゲートウェイ

日立造船茨城発電所3号機では、GE社製のガスタービン・発電機・蒸気タービンおよび、この専用制御装置を採用した。

GE社は航空機エンジンで培った技術を基に、産業用に高性能、高信頼性のガスタービンを開発し、多くの実績を持っている。GE社製のガスタービン・発電機は、GE社独自の制御装置で制御・運転されている。この専用制御装置には、ガスタービ

ン制御専用通信プロトコルが使われている。日立造船のように GE 社製のガスタービン・蒸気タービン発電システムを使って発電設備を建設する場合には、このガスタービン専用制御装置の各種情報を上位の発電設備全体の監視・制御装置に取り込む必要がある。そのためには、ガスタービン制御専用通信ゲートウェイが必要になる。

従来、発電設備全体の監視・制御には DCS が使われてきた。当然、DCS メーカーは GE 社のガスタービン専用制御装置との間で情報の授受を行うた

めの専用通信ゲートウェイを持っている。今回の発電設備を増設するにあたって、制御装置の信頼性に加えデータ通信速度、冗長化、経済性を加味して制御装置の検討が行われた。

すでに、オムロンの二重化 PLC システムは、発電設備での採用実績があった。さらに今回、オムロンが PLC メーカーとしてガスタービン制御専用通信ゲートウェイを開発した。このことから実績と経済性を重視し、発電設備全体の監視・制御にオムロンの二重化 PLC システムを採用した(図1)。

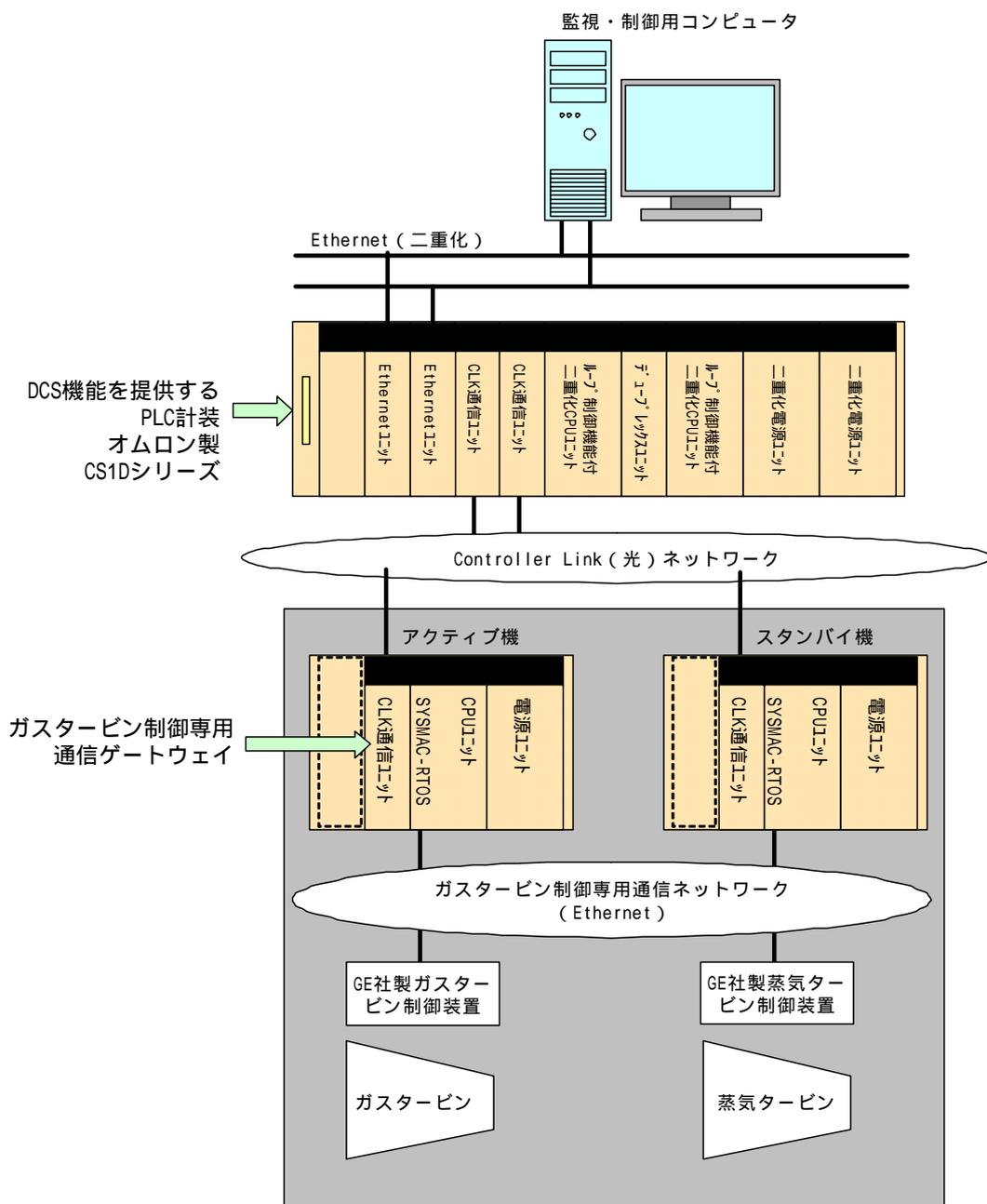


図1 日立造船茨城発電所におけるネットワークの統合(模式図)

3. 通信ゲートウェイの開発

最近、DCS とほぼ同等のアナログ処理機能が強化され、さらに二重化システムが構築できる PLC が出てきて、プロセス制御の世界でも PLC を採用することが多くなってきた。一般的なプロセス制御の場合、PLC は DCS と比べて機能的に大きく劣るところはほとんどなくなった。

しかし、ガスタービンのような従来のプロセス制御になかった特異な装置では、その装置専用のコントローラが使われている。DCS 機能を強化されたと言え、従来の PLC ではこうした装置とシームレスに通信を行うことができるゲートウェイを持っていない。そこで、オムロンでは、新たにガスタービン制御専用通信ゲートウェイを開発した。

通信用のゲートウェイは、異なった通信プロトコルを互いに翻訳し、相互に情報を行き来させるものである。一般的な通信ネットワークでは、ゲートウェイにパソコンが使われることがある。最近のパソコンは、以前に比べ信頼性が高くなったが、24 時間、連続して使う場合、システムの安定性に不安がある。さらに、パソコンの OS にはマイクロソフト社の Windows が使われることが多く、

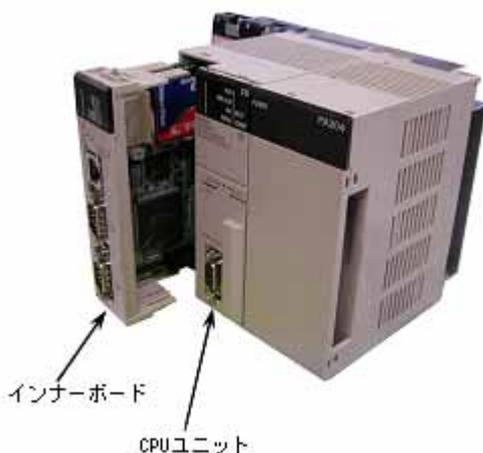


写真2 ガスタービン制御専用通信ゲートウェイ

OS の長期安定供給という点からも不安がある。また、プロトコルの内容によっては、ラダーソフトで対応できる場合もあるが、GE 社の専用プロトコルは、質・量においてラダーでは困難な内容であった。

オムロンでは、自社製 PLC 上で、標準に提供されている機能では実現できないものを、ユーザーが C 言語でアプリケーションを開発し、独自の機能を PLC 上に実現させることができる、“C 言語ボード「SYSMAC-RTOS」”という製品を販売している。この C 言語ボードは、オムロン製 PLC の CS1 シリーズの CPU ユニットに用意されている拡張用スロットに差し込めるボードで、専用の CPU (SH4、コア 200MHz) とリアルタイム OS である Linux (TimeSys Linux) を搭載している。

さらに、C 言語ボードのインターフェースとして、100BASE-T/TX が 1 ポート、RS-232C が 2 ポート、CF カードスロットが 1 スロット用意され、各種ネットワーク (プロトコル) のゲートウェイ用ハードとして必要な条件がそろっている。

今回、このボードを使って、ガスタービン制御専用通信ゲートウェイを開発し、製品化した (写真 2、3)



写真3 制御盤内のガスタービン制御専用通信ゲートウェイ (左側の2台) : 上がアクティブ機、下がスタンバイ機

4. 通信ゲートウェイの概要

前述したように、新たに開発されたガスタービン制御専用通信ゲートウェイは、C 言語ボードを使ったオムロン製 PLC の CPU インナーボードとし

て製品化された。すでに販売されていたハードウェア (SYSMAC-RTOS) を使ったため、製品開発期間を短くすることができた。そのうえ、PLC の製品として開発されたため、耐環境性も従来の PLC と

同様に、パソコンを使ったものより、はるかに信頼性が高い。

ガスタービン制御専用通信ゲートウェイは、CS1シリーズのCPUベース上に電源ユニットとCPUユニット、そして今回はオムロンの「Controller Link」ユニットを実装したものになっている。このCPUベースユニットには、この他、従来製品であるEthernetユニット、FL-netユニットなどの高機能ユニット、アナログI/Oや接点I/Oなどの入出力ユニットを実装することも可能である。

すでに紹介したように、C言語ボードの前面にはRS-232Cポートのほか、Ethernetの接続ポートが用意されており、ガスタービン制御専用通信ネットワーク（物理層はEthernet）に直接、接続できる。C言語ボードとCPUユニットは、共有メモリを介してガスタービン制御専用通信ネットワークと情報の交換を行っている（図2）。

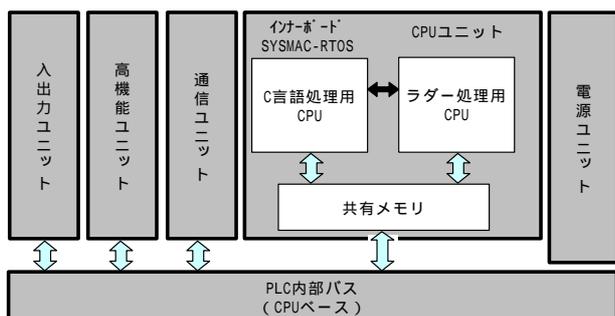


図2 ガスタービン制御専用通信ゲートウェイの概要

さらに、通信ゲートウェイの機能はLinux上で動作しており、製品（OS）の長期安定供給の面からも心配ない。ボード上の様々な機能設定には、設定用Windows対応アプリケーションが用意されており、手持ちのWindowsパソコンで設定できる。

今回開発したガスタービン制御専用通信ゲートウェイは、周期データ（0.1秒間に2,000ポイント）、アラーム（2,000ポイント）、設定データなど、ガスタービン制御専用通信の全メッセージに対応し、ガスタービン制御専用通信ネットワークとController Linkネットワーク間を、情報を相互に伝えることができる。さらに、このガスタービン制御専用通信ゲートウェイは、コールドスタンバイながら二重化対応で、万一アクティブ側が

故障しても、数秒でスタンバイ側が動作するようになり、この間の警報信号など、信号の取りこぼしは起こらない。

5. おわりに

従来、電力供給のための発電所は規模がより大きくなる傾向があった。しかし、電気事業法の改正などにより、風力発電、燃料電池など、多様な発電方式による電力供給が可能となり、大規模発電所から長距離送電を行うより、中小規模の発電設備を電力消費地に近いところに設置する傾向が出てきた。このため、より小型・高出力・低コストの発電設備が求められている。こうした要求に対し、ガスタービンを使ったコンパインドサイクル方式は今後有望な発電方式である。

また、ガスタービン発電機の市場において、GE社製品の市場占有率が大きい。今回、PLC計装にガスタービン制御専用通信ゲートウェイが追加されたことは、中小規模の発電設備の監視・制御を、DCSからPLC計装に切り換え、設備コストを抑えようとする流れを加速するものと思われる。

今回は、ガスタービン制御専用通信ゲートウェイが対象になったが、特殊な分野では固有の通信ネットワークが活躍している。そのようなアプリケーションにおいても、今回使った“C言語ボード”を応用することによってネットワークの統合を図り、PLC計装を使ったオープンな制御を実現し、設備投資の低減に貢献することができる。

サカイ・ヨシノリ
日立造船株式会社
エンジニアリング本部 プラント計画部
発電制御グループ
〒559-8559 大阪市住之江区南港北 1-7-89

ウエデ・オサム
ニチゾウ電子制御株式会社
制御機器・システム事業部 制御機器部
〒554-0012 大阪市此花区西九条 5-3-28

サカグチ・マナブ
オムロン株式会社
IAB 技術統括センター EES 技術グループ
〒600-8530 京都市下京区塩小路堀川東入