

産業用コンピュータの役割と技術

Technologies of Toshiba Industrial Computers and Servers Meeting Requirements of Industry

東 隆男 井崎 公輔 高柳 洋一

■AZUMA Takao

■IZAKI Kosuke

■TAKAYANAGI Yoichi

社会インフラ分野の情報通信システムは、情報のネットワーク化と階層化が進み規模が拡大してきている。それらの中で、生産システムにおける経営と現場を橋渡しするMES（製造実行システム）では、汎用サーバにはない高い信頼性に加え、耐環境性と保守性を備えた産業用途向けの製品が求められている。

東芝の最新の産業用サーバ FS5000S シリーズは、部品の厳選や厳しい出荷試験及び当社製 RAID (Redundant Array of Independent (Inexpensive) Disks) の採用による高い信頼性に加え、電源やファンなどの寿命部品を前面から交換できるようにした優れた保守性により、ダウンタイム（機能停止時間）を最小化するとともに、MESに求められる高度な機能と仕様を実現している。また、製品の長期供給や互換機種種の提供など長期にわたって製品をサポートすることで、生産システムの安定稼働に貢献している。

With the ongoing progress of networking and layering of information in the social infrastructure field, the scale of information and communication systems has continued to expand. Industrial computers and servers for manufacturing execution systems (MESs), which connect the management and sites in the producing system, are required to provide high environmental robustness and high maintainability, as well as higher reliability compared with general-purpose computers and servers.

Toshiba's latest FS5000S series industrial servers offer the advanced functions and specifications required for MESs, together with minimization of downtime due to high maintainability achieved by a design that allows parts such as power supplies, fans, and so on to be replaced from the front of the machine. High reliability is secured by the use of carefully selected parts, stringent shipment tests, and the application of our proprietary redundant array of independent (inexpensive) disk (RAID) function. Furthermore, continuity is assured by the long-term supply of the FS5000S series and compatible products for ongoing stable operation of producing systems.

1 まえがき

監視制御システムにコンピュータ技術が取り入れられるようになってから30年以上が経過している。産業用情報通信システムにおけるコンピュータの役割も、単なるHMI（ヒューマンマシンインタフェース）としてオペレーターの作業を支援するだけでなく、監視制御システムの一部を制御したり、全体を監視する役目を担うようになってきている。

コンピュータの役割の重要度が増すに従って、コンピュータの信頼性がそのまま産業用情報通信システム全体の信頼性に影響するようになったため、産業用途に適応できる高信頼性、堅ろう性、及び長期安定稼働のニーズが高まってきた。それらに代えて機能及び性能を高め、産業用情報通信システムの信頼性向上に貢献してきたのが産業用コンピュータである。

例えば、鉄鋼圧延などに代表される産業分野のシステムや機器では、トラブルでのわずかなダウンタイムでも操業損につながるため、要求される耐環境性や信頼性はより厳しくなる。

また、同一の情報通信システムを長期に使用するプラントなどの設備では、リプレースに伴う設計や試験などの負荷を低減するため、機能や外形寸法の互換性、製品の長期供給、及

び長期にわたる保守サービスの維持が強く求められている。

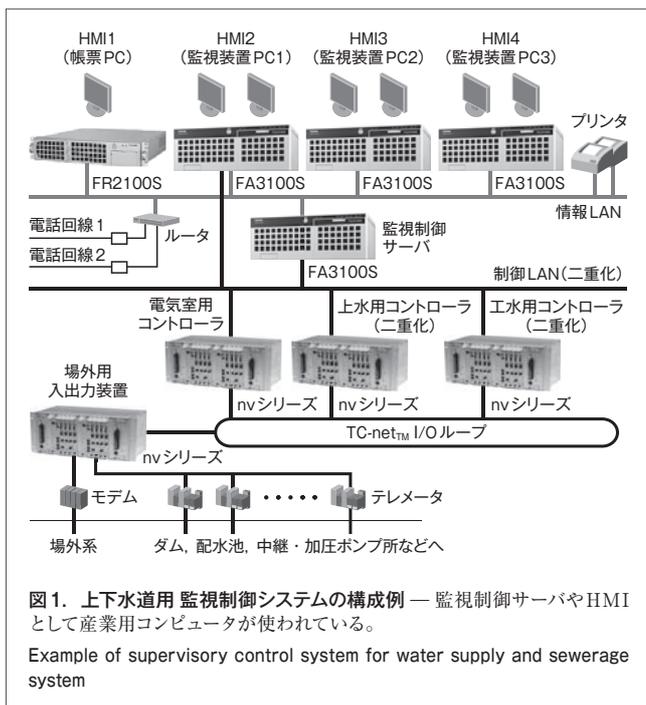
更に、近年の制御対象範囲の拡大、制御応答の高速化、及び制御品質の高精度化のために、高速CPU技術が要求されるようになってきている。加えて、オープン化への対応のため、汎用の基本ソフトウェア（OS）や各種の最新インタフェースの装備も求められている。

これら産業用情報通信システムに対する幅広いニーズに対応して、東芝の産業用コンピュータは、独自の高い信頼性と保守性及び長寿命といった優れた特長に加え、長期にわたる製品供給、及び技術サポートや保守サービスなどの製品サポート体制を継承し進化させてきた⁽¹⁾。

ここでは、それらの特長がいかに産業用情報通信システムに貢献しているかを、最新機種での事例を交えて述べる。

2 監視制御システムへの産業用コンピュータの適用事例

当社の産業用コンピュータは、紙パルプや、鉄鋼、石油、石油化学、廃棄物処理などの分野における監視制御システムだけでなく、通信、放送、交通、上下水道、電力など多くの分野



において適用事例が拡大している。BEMS (Building Energy Management System) などの監視制御システム, あるいは生産管理システムにおけるMES (製造実行システム) などでは, 規模の差はあるものの, 情報をネットワークで階層的に管理して, システム全体を効率的, 安定的に監視し制御することが求められる。

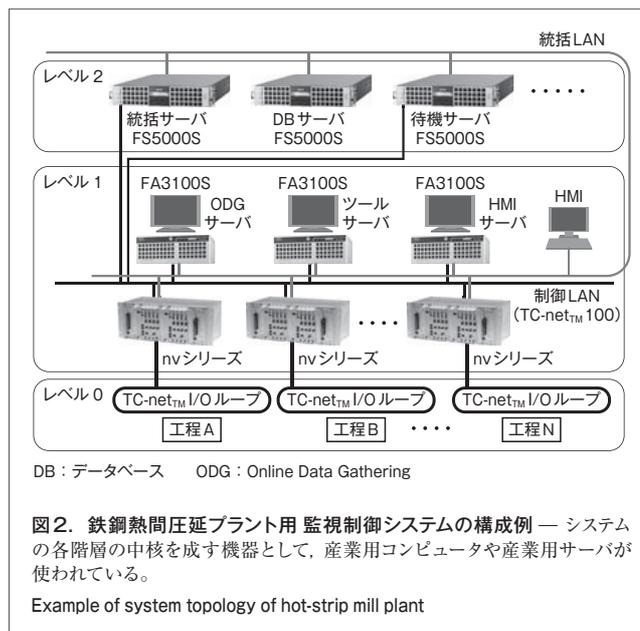
社会インフラシステムに適用した一例として, 上下水道用監視制御システムの構成例を図1に示す。この例では, TC-net™ I/Oループで接続されたコントローラを取りまとめる監視制御サーバとして, 産業用コンピュータ FA3100Sが使用されている。また, HMIとしても複数台の産業用コンピュータを使い, 互いに補完し合う冗長化構成を構築して, 万一の機器トラブルでも別端末で作業が継続できるようにしている。

システム規模の拡大に伴い, 構成機器の台数も増加している。大規模システムの信頼性維持のためには, 冗長化だけでなく, 個々の機器の信頼性を高めることが重要である。

また, かつてはパソコン (PC) 1台で監視できたシステムでも, システム規模の拡大によって, 制御機器がPCから処理能力の大きいサーバに置き換わる例も増えている。

鉄鋼熱間圧延プラントにおける監視制御システムの構成例を図2に示す。制御対象機器 (レベル 0), それを制御するコントローラとPC (レベル 1), 及びシステム全体を管理する産業用サーバ (レベル 2) というように制御情報を階層化している。

これらの大規模なシステムでは, 膨大な情報を確実かつ高速に処理する処理速度と, 多くの設備機器を効率よく保守整備できる保守性, 更に長期にわたるサポートが重要となる。MESのように製造現場で用いられる監視制御システムなどで

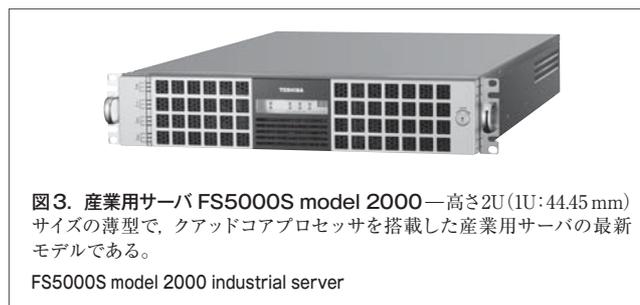


は, 工場の振動や, ノイズ, 粉塵 (じん), 温度変化, 電源変動などの影響を受けやすい場所に機器が設置されることが想定され, これらに対する耐環境性能も非常に重要となる。

中小規模の監視制御システムでは, 機器を設置するための専用室や空調を設けず, また, メンテナンスも専門の保守サービス業者でなく自社内で行う, といった運用に対応できるように求められている。そのような現場で使われるPCやサーバには, 幅広い使用温度範囲やより大きなノイズに耐えられるノイズ耐性などの耐環境性能, 24時間連続稼働かつ長期使用に耐える頑健性, 及び保守性など, 汎用PCにはない性能を備えることが求められている。

3 産業用コンピュータ採用のメリット

当社の産業用コンピュータは, 前述のシステム側のニーズに基づいて開発し製品化されている。また, 自社設計と国内製造により, 汎用PCにはない長期供給及び長期保守というサポート体制も実現している。ここでは, 最新の産業用サーバ FS5000S シリーズ⁽²⁾ (図3) を例として, 産業用コンピュータが提供できるメリットについて述べる。



3.1 産業用情報通信システムの信頼性向上

産業用情報通信システムにおいてコンピュータの適用が拡大するにつれ、機器にトラブルが発生したときのシステムへの影響も深刻化し、大きな損失や障害を招きかねない状況となってきた。当社の産業用コンピュータは、自社で設計し国内で製造したメインボードを使用し、設計から部品選定、製造、出荷に至るまでのあらゆるフェーズで、産業用途に不可欠な高い信頼性と頑健性を満たすための施策を実施している。

3.1.1 長寿命部品の選定 自社で基板設計し管理することで、40℃の環境温度で1日24時間連続稼働を前提とした部品選定を行い、産業用情報通信システムの長期・連続稼働に対応している。十分なデレレーティング（ストレスの軽減）を考慮した回路設計と部品選定で安定稼働を実現している。

3.1.2 HDDの信頼性向上 HDD（ハードディスクドライブ）は温度や振動などに敏感なユニットであり、保存されるデータ量も大きくなっているため、その信頼性の維持が重要な課題となっている。

FS5000Sシリーズでは、信頼性の高いSAS（Serial Attached SCSI（Small Computer System Interface））接続のHDDを採用するとともに、新たに開発したコントローラによるRAID（Redundant Array of Independent（Inexpensive）Disks）構成を可能にし、大量に保存可能なデータの信頼性向上を実現している。ホットスタンバイ（予備HDDの待機）及びホットスワップ（活線での交換）など故障発生時におけるシステム停止の回避や早期復旧に対応するための機能により、データの冗長化だけでなくシステム稼働率の向上が可能である。

また、出荷後の初期不良発生を抑えるために、HDDは全数スクリーニング（良品選別）試験を実施している。

3.1.3 メモリの信頼性向上 CPUの高速化と扱えるデータ処理量の増加に伴ってメモリモジュールの大容量化が進んでいる。メモリICの微細化やインタフェースの高速化により耐ノイズ性は減少しており、メモリのビット化けの可能性は高まっていると考えられる。メモリのビット化けの発生は、制御出力の異常やシステムプログラムの誤動作など、致命的な障害の要因となりうる。

FS5000Sシリーズは、耐ノイズ性に配慮したパターン設計に加え、主メモリにECC（Error Check and Correct）機能を採用することで、1ビット以下のエラーであれば自動修復し、システムに影響することなく稼働を継続できるように設計されている。

3.1.4 RAS機能 無人状態での動作も想定される産業用途では、異常の発生を検出して警報を出力したり再起動するなどの自己診断機能が必須となる。FS5000Sシリーズは、内部異常検出機能、ハードウェア制御機能、表示及びユーティリティ機能などのRAS（Reliability, Availability, Serviceability）機能を標準でサポートしている。RAS機能は、専用拡張ボード上の専用回路で構成され、CPUやチップセットなど

とは独立して動作状況を監視する。

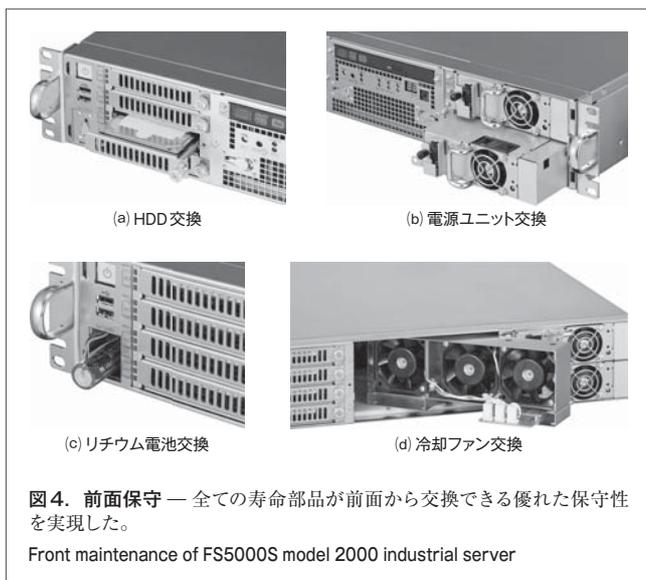
FS5000Sシリーズの異常検出機能としては、2段階ウォッチドッグタイマ（WDT）機能や、ファン停止の検出機能、内部温度上昇の検出機能などがある。これらの機能は、本体内部の状態を監視し、情報をアプリケーションソフトウェアに通知するとともに、ログ情報をメモリ上に保存する。アプリケーションソフトウェアによって、システムダウンに至る前に適切な処置を講ずることが可能となり、ログによって過去の本体状況を確認し、原因解析に活用することもできる。電源断など供給電源の異常やメモリビット化けなど、ソフトウェアでは記録できない異常に対しても、ハードウェアログ機能により専用バックアップメモリへ状況を記録する。これにより、万一の異常や故障が発生したときにも原因の特定が容易になり、ダウンタイムを短縮してシステムを迅速に復旧させることができる。

3.1.5 耐環境性の強化 産業用コンピュータは、製造現場から無人の監視施設などに至るまで様々な環境に設置される可能性があり、温度、湿度、塵埃、振動、ノイズ、及び電源変動などの耐環境性が強化されている。具体的な対策を以下に示す。

- (1) 冷却 シャーシ前面からフレッシュな冷却風を取り込み、適切なファンの選定とダクトの設計により、筐体（きょうたい）内の発熱部分に適切に冷却風を分配することで、高い冷却性能を実現している。
- (2) 防塵 フロントパネルに設けた防塵フィルタで粉塵の侵入を防ぎ、ファンの圧力バランスにより、シャーシ縫目からの粉塵の侵入も防いでいる。フィルタの目詰まりも、RAS機能による内部温度監視で検出が可能である。
- (3) 防振 本体シャーシは、共振防止のために細部まで強化し、剛性を確保している。HDDも、設置部の剛性強化とローレットネジでの固定により省スペースで防振構造を実現し、同時に保守性も改善している。
- (4) 耐ノイズ 産業用途向けに蓄積した設計ノウハウを活用してメインボードの耐ノイズ性を強化し、シールド効果を考慮したシャーシとの組合せで、静電気などの外乱に対して優れた耐ノイズ性を実現している。
- (5) セキュリティ強化 FS5000Sシリーズでは、内部に保存される機密情報や管理履歴情報などの盗難防止のために、セキュリティを強化している。例えば、重要情報が保存されているHDDの盗難防止のために、フロントパネルにはセキュリティロックを設けている。更に、フロントパネル内側からの小ぶたロックとの併用により、USB（Universal Serial Bus）ポートの不用意な利用の禁止や電源スイッチの操作禁止なども可能である。

3.2 保守時間の短縮

コンピュータ内部には寿命部品があり、長期間稼働していれば保守作業が必要となる。産業用コンピュータでは、その保



守作業を短時間に抑え、作業が容易に実施できるように、定期的に保守が必要なバッテリーや、エアフィルタ、ファンなどは、あらかじめ本体前面に設置している。

FS5000Sシリーズでは、前面のフロントパネルを取り外すことで、ラックなどに組み込んだ状態でも前面から交換作業が可能である。また、HDDの固定にはローレットネジを用いており、工具を使わずに交換できる。特に旧機種では、交換時にラックからの取外しが必要だった冗長化電源ユニットと本体内部の冷却ファンも、取り外すことなく前面から交換できる構造にしている。このように前面交換が可能な寿命部品の範囲を拡大することで、より短時間で点検・交換作業が可能な優れた保守性を実現している(図4)。

3.3 長期の製品サポート

産業用情報通信システムは、様々な検証試験を経て実際の現場での稼働に至る。システムの検討と検証で1年以上掛かったり、同じシステムが10年以上も稼働し続けたりするケースもある。そのため汎用コンピュータでは、システムの稼働期間中に製造中止となって代替機や保守部品が入手できないという重大なリスクが稼働後に発生する可能性がある。

それに対し、産業用コンピュータではシステムが稼働してからの継続的な増設や保守にも対応できるように、以下のような対応を行っている。

3.3.1 製品の長期供給 汎用コンピュータでは、同一製品の供給が数か月から半年程度といった製品がほとんどであり、採用して評価を完了しても、システム稼働後すぐに製造中止となり、別のコンピュータを評価しなおさなければならないといった問題が多く指摘されている。一方、産業用コンピュータでは、同一製品を長期にわたり供給することで、再評

(注1) 旧機能をカバーしたうえで、更に上位の機能を備えていること。

価のような大きな手間と費用を掛けることなく、システムの稼働を長期間、安定して維持できるよう対応している。例えばFS5000S model 2000の場合、2010年12月から2015年12月までの5年間にわたり製品を供給する。

また、当社の産業用コンピュータは、同一シリーズでは外形寸法互換及び機能上位互換^(注1)の維持を目標に後継製品の開発を進めており、装置への継続的な組込みやシステムの追加設置、及び段階的なシステム拡張にも無理なく対応できるようにしている。

3.3.2 長期保守サービス 当社の産業用コンピュータでは、5年間の製品供給期間が終了した後も7年間は保守対応をしている。更にオプションで3年間延長することも可能で、供給期間を含めると最長15年間の保守対応をしており、産業用情報通信システムの長い稼働期間を、長い供給期間と保守期間でカバーしている。また、製品をより安心して使用できるように、定期点検や故障時の対応など豊富な保守メニューを準備している。

4 あとがき

当社が開発している産業用コンピュータの産業用情報通信システムにおける役割、技術、及び特長について述べた。

今後もコンピュータの更なる高性能化を図ることで、産業分野におけるコンピュータの適用範囲はますます拡大していくと思われる。当社は、産業分野での豊富な実績をもとに、産業用途向けの拡張機能や業界標準となる新規技術を積極的に取り入れ、ユーザーにとってより魅力ある製品を提供していく。

文 献

- (1) 東 隆男 他. 産業用コンピュータのコンセプトと新展開. 東芝レビュー. 64, 10, 2009, p.10 - 13.
- (2) 諏訪部 覚 他. 保守性を高めた高速性能の産業用サーバFS5000S model 2000. 東芝レビュー. 66, 5, 2011, p.50 - 53.



東 隆男 AZUMA Takao

社会インフラシステム社 府中事業所 計測制御機器部主査。
産業用コンピュータのハードウェア開発・設計に従事。
Fuchu Complex



井崎 公輔 IZAKI Kosuke

社会インフラシステム社 府中事業所 計測制御機器部グループ
長。産業用コンピュータの製品開発に従事。
Fuchu Complex



高柳 洋一 TAKAYANAGI Yoichi

社会インフラシステム社 ソリューション・自動化機器事業部
計装制御営業部参事。産業用コンピュータの商品企画及び
事業推進に従事。計測自動制御学会、電気学会会員。
Automation Products & Facility Solution Div.