

社会インフラシステムを支える産業用コンピュータ

Latest Industrial Computers Supporting Social Infrastructure Systems

阿南 和弘 東 隆男 井崎 公輔

■ ANAN Kazuhiro ■ AZUMA Takao ■ IZAKI Kosuke

産業用コンピュータは、各種の監視制御システムをはじめ、社会インフラシステム全般に幅広く適用されている。社会インフラシステムの規模が拡大し、情報のネットワーク化と階層化が進むなか、汎用パソコン (PC) よりも高い信頼性や耐環境性、保守性に加え、高い処理性能を備えた産業用コンピュータが必要とされている。

これらの要求に応じて東芝の最新産業用コンピュータ FR2100SSシリーズは、第3世代Intel® Core™(注1) i7プロセッサ搭載による高い処理性能と、厳しい部品選定及び出荷試験と当社製RAID (Redundant Arrays of Independent (Inexpensive) Disks) 採用による高い信頼性に加え、2U (1U = 44.45 mm) ラックマウントタイプのフォームファクタによる設置容易性、ファンやHDD (ハードディスクドライブ) などの寿命部品を前面交換可能とした高い保守性を備えている。更に、長期供給や互換機種を提供など長期の製品サポートにより、社会インフラシステムの安定稼働に貢献している。

Industrial computers are widely applied to social infrastructure systems including various types of monitoring and control systems. With the expansion of the scale of social infrastructure systems and the progress of networking and hierarchization of information in recent years, industrial computers are required to provide increasingly high processing performance as well as high reliability, robustness, and maintainability exceeding those of general PCs.

Toshiba has developed the FR2100SS series industrial computers as its latest models in this field. Equipped with the third-generation Intel® Core™ i7 processor, the FR2100SS series achieve the performance and functionality required to meet the demands of today's social infrastructure systems. These models offer not only high reliability, secured by the use of selected parts, shipment tests, and the application of our original redundant array of independent (inexpensive) disks (RAID) system, but also easy setting due to their 2U form factor and easy maintenance achieved by a design that allows components such as fans and hard disk drives (HDDs) to be replaced from the front. Furthermore, the stable operation of social infrastructure systems is sustained by long-term product support and the offer of compatible models.

1 まえがき

社会インフラシステム全般において、コンピュータはHMI (Human Machine Interface) からシステム全体の監視制御まで幅広い用途に適用されている。

社会インフラシステムは、長期にわたり安定して連続稼働することを前提に構築されており、その規模が拡大するに従い、要求される信頼性も高まっている。ここに適用される産業用コンピュータに対しては、多様な仕様と頑健性や保守性、継続性といったニーズが高まってきた。

ポイントとなる要素は、主に次の三つである。

- (1) 頑健性 長期にわたって安定して連続稼働でき (高信頼性、長寿命)、過酷な環境でも安定動作する (耐環境性)
- (2) 保守性 寿命品の交換などの保守作業による停止時間を最小に抑える
- (3) 継続性 長期供給・保守や、外形寸法及び形状など

(注1) Intel, Intel Coreは、米国及びその他の国におけるIntel Corporationの商標。

の継承により長期にわたってシステムを維持する

これらに加え、システム開発・構築を容易にする汎用基本ソフトウェア (OS) や各種の最新インタフェース、開発環境が重要である。また環境配慮の観点から、システム開発から廃棄までのライフサイクル全体を考慮して、二酸化炭素 (CO₂) 排出量の削減、資源の有効活用、及び化学物質の管理も必要である。

東芝は、これら社会インフラシステムの要求に応え、産業用コンピュータの多様なラインアップをそろえ、独自の高信頼性、長寿命、耐環境性、保守性といった特長に加えて、長期供給や長期保守などのサービスを継承し進化させてきた⁽¹⁾。

ここでは、社会インフラシステムのシステムソリューションの中で生かしてきたこれらの特長を、最新機種での事例を交えて述べる。

2 社会インフラシステムにおける産業用コンピュータ

当社の産業用コンピュータは、上下水道や放送、通信、交通、製造ラインの監視制御など多くのシステムに適用が拡大し

ている。

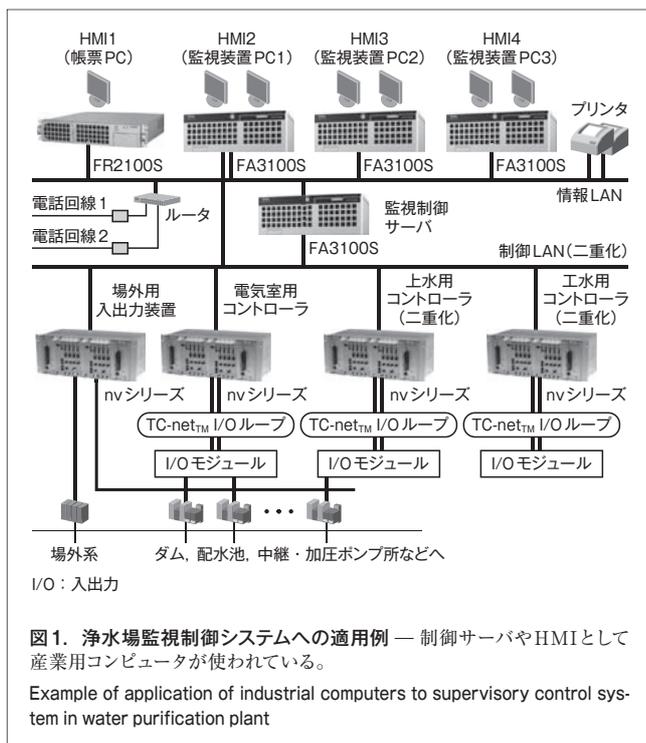
社会インフラシステムの一例として、上下水道分野に適用した浄水場監視制御システムの構成例を図1に示す。この例では、下位のコントローラや入出力装置を統合管理する監視制御サーバとして産業用コンピュータ FA3100Sが使用されている。また、HMI端末としても複数台の産業用コンピュータを使い、互いに補完し合う冗長化構成を構築して、万一の機器トラブル時でも別端末で作業を継続できるようにしている。

このようなシステムは、24時間365日の連続稼働を前提に構築されており、適用されるコンピュータにも連続して安定に稼働する高信頼性や長寿命といった頑健性が求められる。また、寿命部品の交換などの保守作業時に停止時間を最小とするため保守性も重要である。

システムによってはオペレーターがいない無人環境で稼働するため、コンピュータ自体の異常発生を検出して警報出力したり再起動したりするなど、自己診断・復旧を行うRAS (Reliability, Availability, Serviceability) 機能も必要である。

10年以上の長期間にわたりシステムが稼働するため、長期供給や長期保守といったサポートも重要になる。システムによっては稼働途中での段階的な機能拡張や部分的な機器更新を行うため、外形寸法や形状などの継承により機器の交換を容易にするといった継続性や、汎用PCの標準インタフェースを備えるといった接続互換性を維持することも重要になる。

また、システム規模の拡大に伴い、汎用OSや各種の最新インタフェース、開発環境といった汎用PCの技術トレンドを取り入れ、システム開発・構築を容易にすることが必要である。



分野別の適用例として、放送・通信システムでは、番組制作システムや番組送出システム、CMバンク、レーダ監視制御システム、気象情報端末、地震情報端末、災害情報緊急通報システムなどに使用されている。これらのシステムで使用される機器はラックに収納されていることが多いため、産業用コンピュータもラックに収納して省スペースにできることが求められる。また、そこに搭載されているファンやHDDなどの寿命品は、ラックに収納された状態で前面から交換できるようにするなど、保守性も必要とされる。

交通システムでは、鉄道路線運行管理システムや鉄道信号制御システム、道路信号制御システム、道路情報システム、駅務システムなどに使用されている。連続して稼働する用途と毎日起動と停止を繰り返す用途があり、どちらでも安定して動作する頑健性が必要である。

製造ラインの監視制御システムでは、鉄鋼プラントや非鉄プラント、紙パルプ製造ライン、化学プラント、半導体製造装置の監視制御システムなどに使用されている。この分野のシステムでは、振動や粉塵（ふんじん）などの影響による悪環境下でも安定して稼働する頑健性が求められる。プラントの近くで使用されることから、耐ノイズや耐静電気などの耐環境性も非常に重要となる。

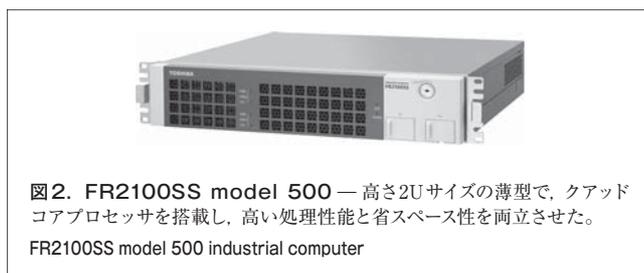
3 産業用コンピュータの提供メリットと技術

当社の産業用コンピュータは、社会インフラシステムのニーズに対応して、汎用PCの技術トレンドを取り入れながら開発し製品化している。ここでは、最新のラックマウント型産業用コンピュータ FR2100SSシリーズを例に、産業用コンピュータが提供するメリットと技術について述べる。

FR2100SSシリーズは、ラックに搭載可能な2Uサイズの薄型で、クアッドコアプロセッサを搭載し、高い処理性能と省スペース性を両立させたシリーズである(図2)。

3.1 高い処理性能

社会インフラシステムのシステム規模が拡大するに伴い、処理すべきデータ量も増大しており、より高速な処理性能へのニーズが高まっている。当社の産業用コンピュータでは、これまでIntel社の最新プラットフォームを採用し、これらのニーズに対応している。



FR2100SSシリーズは第3世代Intel® Core™ i7プロセッサ 3615 QE (動作周波数2.3 GHz)を採用して高い処理性能を実現している。Intel社が公表する加重最高性能 (APP値)で従来機種FR2100Sと比較すると、約4倍のCPU性能となる。

3.2 高い信頼性

当社の産業用コンピュータは、社会インフラシステム用途に求められる高い信頼性を実現するため、メインボードを自社で設計し国内で製造しており、設計から部品選定、製造組立、出荷に至るまであらゆるフェーズで信頼性向上の施策を実施している。

3.2.1 高信頼性設計 24時間365日を連続して安定に稼働する頑健性を実現するため、中核部品であるメインボードや電源ユニットには、高い信頼性が必要である。

メインボードは自社で設計することで定格に対して十分な余裕 (ディレーティング)を確保した部品選定と回路設計を行い、長期間の安定稼働を実現した。伝送線路シミュレーションを活用した基板回路設計及びパターン設計により、USB (Universal Serial Bus) 3.0やPCI-Express^{®(注2)} 3.0といった高速インタフェースも安定動作を実現した。また、製造は国内メーカーで行い信頼性を確保している。電源ユニットは従来機種で実績のある国内メーカー製を採用した。電源選定でも十分なディレーティングを確保することで長期間の安定稼働を実現している。

3.2.2 耐環境性 防塵フィルタを使用した防塵構造やシールド効果を配慮した耐ノイズ構造、HDDの耐振動を考慮した防振構造など、従来機種の基本構造を継承することで高い耐環境性を実現した。

また、モバイル用CPUやチップセットなどの低消費電力部品の選定と筐体 (きょうたい) やダクトなどの熱設計により、冷却効率を高め、本体内部の部品温度の上昇を抑えることで高温環境下での安定動作を実現した。

3.2.3 HDDの信頼性 システムの稼働履歴や監視情報などの大量のデータを保存するのに、安価かつ大容量であるHDDが広く用いられている。しかし、HDDは精密な機構部品であり、温度や振動などに配慮が必要である。HDDに保存されたデータ量の増大に伴い、その信頼性の維持と向上は大きな課題となっている。

FR2100SSシリーズでは、新開発の当社製コントローラによるRAID構成とし、HDDに保存されたデータの信頼性向上を実現した。HDDは全数スクリーニング (良品選別) 試験を実施し、出荷後の初期不良発生の低減を図っている。

また、HDDには当社製SATA (Serial Advanced Technology Attachment) -HDDを採用し、障害発生時には詳細解析

(注2) PCI Expressは、PCI-SIGの商標又は登録商標。

を自社で行い、HDDの設計及び製造にフィードバックすることで信頼性の維持と向上を図っている。

3.2.4 ECC付きメモリ採用 要求されるデータ量の増大により、メモリの大容量化と高速化が進んでいる。これに伴い一過性のメモリ障害であるビット化け (ソフトエラー) 発生率の増大が懸念される。このメモリ障害はシステムプログラムの誤動作など致命的な障害になりうるものである。

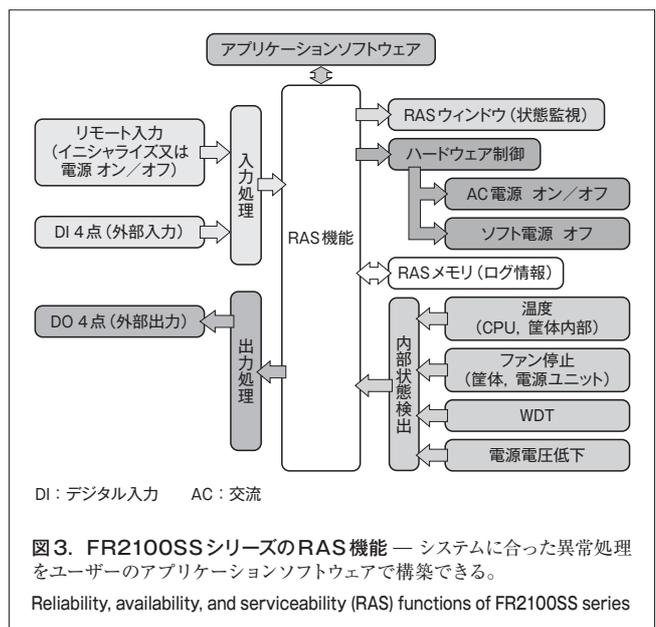
FR2100SSシリーズでは、主メモリにECC (Error Check and Correct) 機能を採用し、1ビットエラーを自動修復し、システムへの影響なしで稼働を継続できる設計としている。

3.2.5 RAS機能 無人状態での稼働を必要とされる社会インフラ用途では、異常発生を検出して警報出力や再起動するなどの自己診断及び復旧機能が必須である。FR2100SSシリーズでは、RAS機能として内部異常検出機能やハードウェア制御機能、ユーティリティ機能などを標準で搭載している。

RAS機能は専用ハードウェアとサポートソフトウェアによって構成され、CPUやチップセットなどとは独立して稼働状況を監視する。RAS機能の概要を図3に示す。

FR2100SSシリーズの異常検出機能には、ファン停止検出機能や内部温度上昇検出機能などがある。これら機能は、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専用のバックアップメモリへログ情報を保存する。これにより、アプリケーションソフトウェアがHMI端末の画面表示などを行う用途でもシステムとしての動作を阻害せずに、適切に処置できるようにしている。また、これらの異常通知はRASソフトウェアの設定によりプログラムなしにデジタル出力 (DO) で外部に出力できる。

更に、ウォッチドッグタイマ (WDT) 機能により、ハングアップしたシステムを自動的に再起動し、正常状態に戻すことがで



きる。また、供給電源の異常（電源断）やメモリビット化けなど、ソフトウェアだけでは記録が困難な異常に対しても、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、万一の異常や故障発生時にも原因の特定が容易になり、システムを迅速に復旧させることができる。

3.3 高い保持性

コンピュータ内部には寿命部品があり、安定して長期間稼働するうえで保守作業は重要である。産業用コンピュータでは、その保守作業を短時間に抑え、停止時間の低減を図っている。

FR2100SSシリーズでは、定期的に保守作業が必要な寿命部品（バッテリー、エアフィルタ、ファン、及びHDD）は、ラックなどに組み込んだ状態でも前面からの交換作業ができるようにしている。HDDは、工具不要で交換可能である（図4）。

3.4 高いシステム継続性

社会インフラシステムは、様々な検証評価試験を経て実際の現場で稼働する。システム開発開始から稼働開始まで1年以上掛かることも珍しくはない。また、システムが10年間以上稼働し続けるようなケースもある。一般に供給期間が数か月から半年程度と短い汎用PCでは、検証評価試験の途中や稼働後に製造中止となり、保守部品の確保や代替機の再検証が必要になるなどリスクが大きい。一方、産業用コンピュータでは以下のような対応を行っている。

3.4.1 製品の長期供給 同一製品を長期にわたって供給しており、機器製造中止に伴う保守部品確保や代替機の再検証などのリスクは小さい。最新モデルFR2100SS model 500は、商品化した2013年4月から5年後の2018年4月まで製品を供給する。

また、当社の産業用コンピュータシリーズでは、後継機種は外形寸法互換かつ機能上位互換の維持を目標に開発を進めており、後継品への切替えも容易である。

3.4.2 製品の長期保守 5年間の供給期間終了後、標準で7年間の保守期間があり、更にオプションで3年延長可能で、供給期間を含め最長15年間の保守対応を行っている。

また、定期点検やオンサイト保守などの豊富な保守メニューにより、社会インフラシステムの長期稼働を支えている。

3.5 高い環境配慮

社会インフラシステムに対して、環境配慮の観点からライフ



図4. 前面保守 — 寿命部品を前面から交換できる高い保守性を実現した。
Front maintenance of FR2100SS model 500

サイクル全体を考慮したCO₂排出量削減や有害化学物質の管理といった要求が高まっている。これら要求に応じて当社の産業用コンピュータでは、以下のような対応を行っている。

3.5.1 省エネ対応 長期にわたって稼働する社会インフラシステムの場合、CO₂排出量はシステム稼働中のエネルギー消費によるものが大半を占めるため、システム稼働中の省エネが重要である。そこでモバイル用CPUやチップセットなど低消費電力部品を選定するとともに、コンピュータ用電源ユニットの電源変換効率に関する規格の一つである80 PLUS BRONZEを取得している高効率の電源を採用し、省エネ法に基づくエネルギー消費効率が区分Iで0.57となり“AA”（目標達成率が200%以上500%未満）を達成した。

3.5.2 有害化学物質の管理 全ての構成部材について、欧州連合のRoHS指令（電子・電気機器における特定有害物質の使用制限に関する指令）で規制されている6物質の不含有化を積極的に推進しており、RoHS指令に準拠したモデルを提供できる。

4 あとがき

当社の産業用コンピュータの社会インフラシステムでのメリットとその技術について述べた。今後も社会インフラシステムにおいて産業用コンピュータの適用範囲が拡大していくと考えられる。

当社は、社会インフラシステムでの豊富な実績を基にRAS機能などの産業用途向けの拡張機能や、汎用PCの新技術を積極的に取り入れて、頑健性、保守性、及び継続性を備えた、より魅力ある産業用コンピュータを開発し提供していく。

文 献

- (1) 東 隆男 他. 産業用コンピュータの役割と技術. 東芝レビュー. 66, 10, 2011, p.23 - 26.



阿南 和弘 ANAN Kazuhiro

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 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 Operations-Social Infrastructure Systems



東 隆男 AZUMA Takao

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 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 Operations-Social Infrastructure Systems



井崎 公輔 IZAKI Kosuke

社会インフラシステム社 セキュリティ・自動化システム事業部 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業務に従事。

Security & Automation Systems Div.