

産業用コンピュータのコンセプトと新展開

Concept and New Development of Toshiba Industrial Computers

東 隆男 井崎 公輔 高柳 洋一

■ AZUMA Takao ■ IZAKI Kosuke ■ TAKAYANAGI Yoichi

コンピュータの高性能化が急速に進み、産業用コンピュータは監視制御分野だけでなく一般産業、更には放送や通信などの分野に大きく広がり、これまでパソコン(PC)クラスのコンピュータが使われていなかった分野や領域でも使われるようになってきている。産業用システムに適用するコンピュータには、高い信頼性と耐環境性、メンテナンス性などの機能的な仕様に加え、長期供給や互換機種提供などの長期にわたる製品継続性が非常に重要である。

東芝の産業用コンピュータは、同一製品の長期供給、旧機種との上位互換を維持した継承性に加え、業界最新のCPU技術と独自の高信頼性回路を盛り込んだ製品開発で多くのユーザーの声に応えている。

With the rapid progress of computer performance in recent years, industrial computers have come into widespread use in various applications including not only supervisory and control systems but also social infrastructure systems such as broadcasting and communication systems, as well as various other fields in which industrial computers similar to general-purpose computers were not in practical use. With this as a background, industrial computers are required to provide continuity with long-term supply and upward compatibility in addition to high reliability, high environmental adaptability, and ease of maintenance.

To meet these requirements, Toshiba has been developing and providing a broad range of products based upon the latest central processing unit (CPU) technologies and our original high-reliability design.

1 まえがき

監視制御システムにおいて、プラントの状態を監視するため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、システムのヒューマンマシンインタフェース端末としてオペレーターの作業効率向上に貢献してきた。

鉄鋼圧延などに代表される産業分野では、トラブルによるわずかなダウンタイム(機能停止時間)でも操業損につながるため、24時間連続かつ長期間稼働、早期故障検出、短時間復旧などが必須要件となっている。また、プラント設備では10年から長いもので20年の間、同じ電気設備やシステムを使い続ける。その期間、修理や増設を行うために、同じ機能で同じ形ものを長期にわたって供給し、保守することが強く求められる。

更に最近では、制御応答の高速化、制御品質の高度化、及びIT情報を含んだ膨大な情報の高速処理などのために、高速CPU技術が要求されるようになってきている。また、産業界のオープン化が進むにつれ、汎用基本ソフトウェア(OS)や各種最新のインタフェースの装備も求められている。

東芝の産業用コンピュータは、紙パルプ、鉄鋼、石油及び石油化学、上下水道、廃棄物処理などの監視制御分野だけでなく、通信、放送、交通、電力、ビル管理など社会インフラの大規模システムのクライアントPCから、圧延厚み計測装置などの検査・分析装置や自動化装置といった産業機器の組込み制御

用コンピュータまで、多くの分野や階層に適用が広がっている。

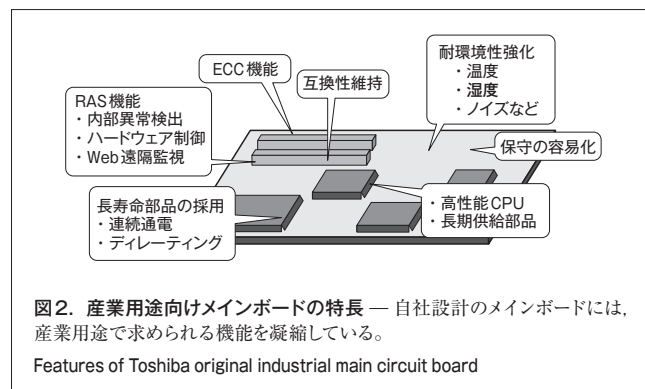
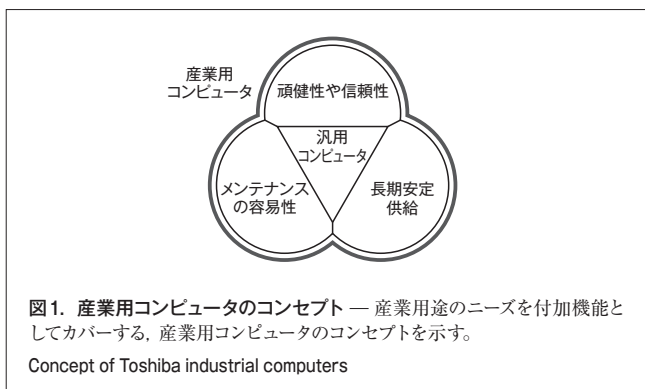
オープン化によるコンピュータ機能の標準化が進むなかで、産業用コンピュータが持っている高い信頼性、保守性、長寿命、長期供給といった特別な機能とサービスを、開発開始当初から継承しているコンセプトと最新機種の動向を交えて述べる。

2 産業用コンピュータのコンセプト

システムの停止が操業損に直接つながる産業分野や、公共性の高い社会インフラ分野では、一般のコンピュータに求められる以上の信頼性やサポートなどが要求される。

これらの要求に応えるため当社の産業用コンピュータは、汎用コンピュータの備える基本的なPCの機能に加え、産業用途向けの頑健性や信頼性を確保し、メンテナンスが容易で、かつ長期の安定供給を行うというコンセプトの下に製品化されている(図1)。具体的な施策を、次に述べる。

- (1) 頑健性や信頼性の確保 産業用コンピュータが設置される環境は様々で、工場のライン脇であったり、トラックやフォークリフトが出入りするような場所に設置されることもある。こうした環境でも安定して動作する頑健性と信頼性が求められる。これまで産業用途向け製品で蓄積してきた実績とノウハウにより、温度、湿度、塵埃(じんあい)、振動、及びノイズなど様々な環境下でも高い信頼



性と耐環境性を実現する。

- (2) メンテナンスの容易性 システム障害が大きな損失につながる産業用システムでは、故障や保守などのメンテナンスに必要な時間は最低限に抑えなければならない。標準で搭載しているRAS (Reliability, Availability, Serviceability) 機能により、内部の異常を検知し、ログ情報として残すことで早期の復旧を可能とする。また、メンテナンスが必要な消耗部品などは容易に交換できる構造として、システムのダウンタイムを最小化する。
- (3) 長期安定供給 産業用システムの長い稼働期間に対応できるように、同一もしくは互換製品を長期にわたって安定供給する。自社設計のメリットを生かし、小さな部品に至るまで長期供給を前提として選定し、後継製品は互換性を配慮した設計開発を行う。また、出荷後も充実した保守サービスを提供することで、長期間の安定動作をサポートする。

3 産業用コンピュータの特長

当社産業用コンピュータは、先に述べた製品コンセプトに基づいて開発及び製品化されている。また、その供給サポートも、自社設計し国内製造する管理体制により、汎用コンピュータにはない長期供給及び長期保守を実現している。

ここでは、最新のFA3100Sシリーズを例として、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 産業用コンピュータの信頼性

自社設計、国内製造のメインボードを使用し、設計から部品選定、製造組立、出荷に至るあらゆる工程で産業用途としての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。自社設計メインボードのメリットを図2に示す。ここでは、様々な機能的な要求に対応するための技術施策を紹介する。

3.1.1 長寿命部品の選定 FA3100Sシリーズでは、自社設計のメリットを生かし、十分なディレーティング（ストレスの軽減）を考慮した回路設計と部品選定を行っている。産業用システムの中断のない連続稼働を実現するために、周囲

40℃の環境で長期間にわたり停止せずに稼働することを基準として部品を選定している。

悪環境の中では、基板上の部品の劣化や腐食は急速に進行する。そのような場合でも動作不良、故障にならないように、ソケットやコネクタなどの接点部品では端子が金めつきされているものを採用して耐腐食・接触性を改善させ、基板表面には耐腐食性を向上させる処理を施している。

3.1.2 HDDの信頼性向上 HDD（磁気ディスク装置）は、安価で大量のデータを保存できる重要な部品であるが、その一方で温度や振動などの影響を受ける、寿命のある部品の一つである。ディスク1台当たりのデータ量も大きくなり、その信頼性維持は大きな課題となっている。

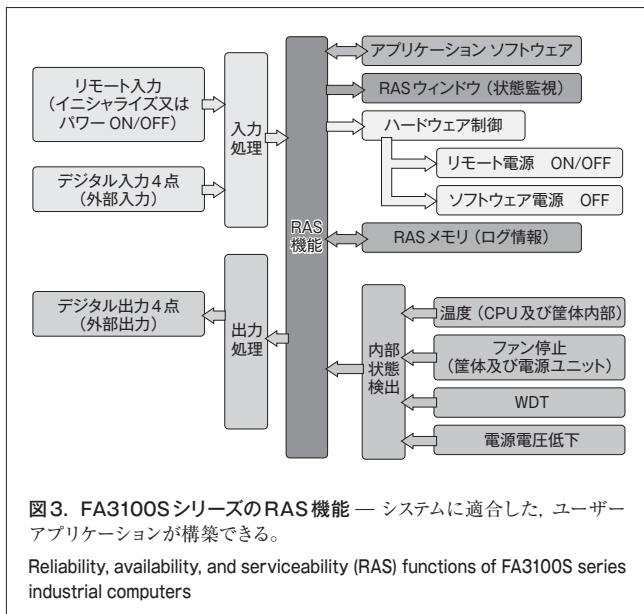
FA3100Sシリーズでは、新開発の当社製コントローラによるHDDのRAID (Redundant Arrays of Independent (Inexpensive) Disks) 構成を可能として、大容量データの信頼性向上を実現している。ホットスタンバイ（予備HDDの待機）対応やホットスワップ（活線での交換）対応といった故障発生時のシステム停止回避、早期復旧の機能により、データの冗長化だけでなくシステムの稼働性が向上する。

また、HDDは全数スクリーニング（良品選別）試験による品質確認を実施し、出荷後の初期不良を低減する対策をとっている。

3.1.3 メモリの信頼性向上 CPUの高速化や扱えるデータ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の微細化とインタフェースの高速化により耐ノイズ性は低下しており、メモリのビット化け（データ中のあるビットの0と1が変わってしまう現象）の可能性は高まっていると考えられる。しかし、例えば金融の計算やロボットアームなどへの出力指示においては、ビット化けの発生はシステムにとって致命的である。

FA3100Sシリーズでは、耐ノイズ性に配慮したパターン設計に加え、メインメモリにはECC (Error Check and Correct) 機能付きのものを採用し、1ビット以下のエラーであれば自動的にデータ修復し、システムに影響を与えない設計としている。

3.1.4 RAS機能 産業用途では無人状態での動作も想定されるため、異常発生を検出して警報出力したり、再起動



するなどの自己診断機能が必須となる。FA3100Sシリーズでは、内部異常検出機能、ハードウェア制御機能、状態表示及びユーティリティ機能などRAS機能を標準機能としてサポートしている。RAS機能の概要を図3に示す。

RAS機能は専用拡張ボード上の回路によって構成され、CPUやチップセットなどとは独立して、動作状況を監視及び制御する、産業用途のための特別な機能である。

FA3100S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^(注1)、ファン停止検出機能、内部温度上昇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に通知するとともに、ログ情報をメモリに保存する。アプリケーションによって、システムダウンに至る前に適切な処置をすることができ、ログによって過去の本体状況を確認して原因解析に活用することもできる。

更に、オプションの拡張パッケージにより、ネットワークによる装置状態の遠隔監視も可能である。

3.1.5 耐環境性の強化 産業用コンピュータは、製造現場や無人の監視施設など多様な環境に設置される可能性があり、温度、湿度、塵埃、振動、及びノイズなどの耐環境性を強化する必要がある。具体的対策は、次のとおりである。

- (1) 冷却 熱分布を考慮した基板レイアウト、筐体(きょうたい)開口部、内部の冷却風の流れまで加味した熱設計を行い、筐体内を適切に分割した構造とし、更に最適なファンを選定して放熱効率を向上させ、高い冷却性能を実現している。
- (2) 防塵 吸気部にはフィルタを設け、また筐体の間隙(かんげき)はファン吸排気のバランスにより内圧を高める

(注1) ソフトウェアの暴走やハングアップ(コンピュータが停止し、キーボードやマウスからの入力をまったく受け付けなくなる状態)を検知する機能。

ことで塵埃の侵入を防いでいる。フィルタの目詰まりも、RAS機能による内部温度監視により、データの退避処理や警報出力ができる。

- (3) 防振 本体板金は、共振防止のために細部まで強化し、剛性を確保している。更に、HDDユニットでは、HDD固定部に防振材料を使うことで省スペースの防振構造を実現するとともに放熱設計にも影響がない構造としている。
- (4) 耐ノイズ 産業用途向けの製品で蓄積してき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高めるとともに、シールド効果を配慮して筐体を設計することで高い耐ノイズ性を実現している。

3.2 産業用コンピュータのメンテナンス性

コンピュータ内部の一部の部品には寿命があり、長期間稼働させるためには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、作業が容易で安全に実施できるような設計としている。

- (1) 保守時間短縮 定期的にメンテナンスが必要なバッテリー、エアフィルタ及びファンユニットなどは、あらかじめ本体前面に設置し、短時間で保守ができるようにしている。FA3100Sシリーズでは前面のフロントパネルを取り外すことで、前面から容易に交換できる。また、HDDユニットもローレットねじ2か所を外すだけで、工具なしで交換できる。
- (2) 安全設計 拡張カードやメモリの増設などで筐体内部の作業が発生した場合にも、誤って高温部やファンなどの回転部に触れることのないように注意ラベルやカバーを設置して、作業者が負傷しないように保護している。

3.3 産業用コンピュータの継承性

産業用のシステムは、様々な検証評価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年以上掛かることも珍しくはない。また、その同じシステムが10年間以上も稼働し続けるようなケースもある。汎用のコンピュータでは、同一製品の供給が数か月程度か、長くても半年程度といった製品がほとんどであり、検証中に製造中止となり代替機がなかったり、システム稼働期間中に保守部品がなくなったりと採用後に発生するリスクは計り知れない。

システムに組み込まれることを前提としている産業用コンピュータでは、システム稼働後も継続して増設や保守ができるよう、次のような対応をしている。

3.3.1 製品の長期供給 同一製品を長期に安定して供給することで、再評価のような大きな手間と費用を掛けることなく、長期間システムを稼働し維持できるようにしている。例えば、3年程度システムを使い続けるとして、汎用コンピュータでは本体の改廃が5～6回行われ、システム出荷ごとに再評価が必要になってしまう。産業用コンピュータを採用すること

で初回の評価だけに抑え、ライフサイクルコストが削減できる。

FA3100Sシリーズでは、リリースから5年間の供給を保証している。最新モデルFA3100S model 9500は、2008年11月のリリースから2013年11月まで製品を供給する。これは、自社設計による部品選定、必要部品のストック、タイムリーな使用部品の見直しなどの対応によるものである。

また、当社産業用コンピュータシリーズでは、同一モデルでは外形寸法互換、機能上位互換の維持を目標に後継製品の開発を進めており、継続的な装置への組込みやシステムのレポート、段階的なシステム拡張にも無理なく対応できる。

3.3.2 製品の長期保守 産業用コンピュータでは、先に述べた供給期間の後7年の間保守を対応し、更にオプションで3年延長可能としている。最長15年間の保守対応として、産業用システムの長い稼働期間をカバーしている。また、製品をより安心して使用できるよう、定期点検や故障時に適切な対応が迅速にとれるような、ニーズに合わせた豊富な保守メニューを準備している。

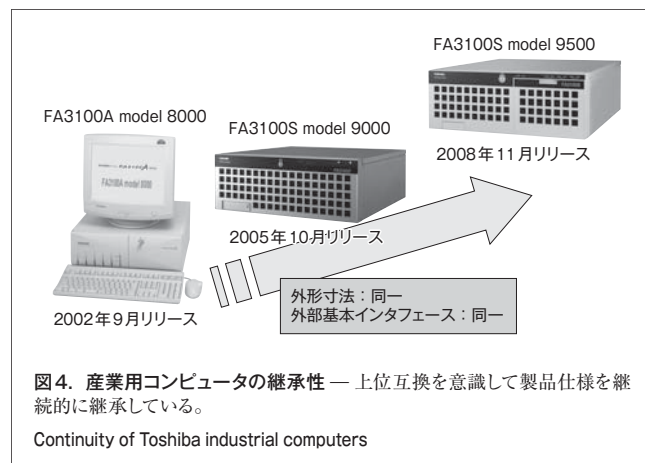
FA3100Sシリーズでは、効率的かつ確実に保守作業ができるように、RAS機能による内部異常検出やログ情報保存、保守部品の稼働時間監視などの機能が利用できる。

4 最新モデルFA3100S model 9500

最新モデルのFA3100S model 9500は、デスクトップ型最新上位モデルであり、産業用途に求められる頑健性、信頼性を高いレベルで実現した産業用コンピュータである⁽¹⁾。これは、2005年10月にリリースしたmodel 9000の後継機に当たり、外形寸法は完全互換で、外観も同一イメージを踏襲し、基本インタフェースも同一で機能的には上位互換を維持している。model 9000から向上した機能は次のとおりである。

- (1) CPUがデュアルコアのIntel® Core™^(注2) 2 Duo プロセッサ 2.13 GHzとなり、バスクロック高速化 (1,066 MHz) とDDR2 (Double Data Rate 2) メモリ採用により高速な処理を実現した。
- (2) 当社製RAIDカード採用によりホットスワップ可能なHDDの冗長化 (RAID 1又はRAID 5) を実現し、高い信頼性を確保した。
- (3) 標準のインタフェースを増強した。USB (Universal Serial Bus) ポートは背面に2ポート追加して合計6ポートに、オンボードEthernetは1 Gビット対応を2チャンネルに、それぞれ拡張した。
- (4) 外観イメージは維持し、フロントパネルの改善により、操作性及びセキュリティを向上させた。

(注2) Intel, Intel Coreは、米国又はその他の国における米国Intel Corporation又は子会社の商標又は登録商標。



model 9000も、更に旧機種種の2002年9月にリリースしたFA3100A model 8000の後継機種として開発されており、継続的な製品サポートを実現している (図4)。

5 あとがき

当社産業用コンピュータのコンセプトと信頼性向上策を述べた。今後もコンピュータの高速化や高性能化が図られ、産業分野でのコンピュータ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基に産業用途の拡張機能を高度化するとともに、新規技術を積極的に取り入れて、ユーザーにとって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) 三村昭弘, ほか, デュアルコアプロセッサ搭載 産業用コンピュータFA3100S model 9500, 東芝レビュー, 64, 6, 2009, p.48-51.
- (2) 春山 仁, ほか, 産業用コンピュータの信頼性技術, 東芝レビュー, 62, 10, 2007, p.11-14.



東 隆男 AZUMA Takao

電力流通・産業システム社 府中事業所 計測制御機器部 主務。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

電力流通・産業システム社 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

電力流通・産業システム社 府中事業所 計測制御機器部 主務。産業用コンピュータの商品企画, 事業企画に従事。計測自動制御学会, 電気学会会員。IEC国際エキスパート。Fuchu Complex