

産業用コンピュータの信頼性技術

Reliability Technologies of Industrial Computers

春山 仁 東 隆男 後藤 達哉

■ HARUYAMA Hitoshi

■ AZUMA Takao

■ GOTO Tatsuya

産業用コンピュータは、24時間365日の連続稼働を要求されており、安定的な稼働のために高い信頼性を実現する必要がある。基本的なハードウェア構成は汎用コンピュータと同等であるが、信頼性を高めるため設計基準や設計マージンの取り方に工夫を凝らしている。また、汎用コンピュータと比較して条件の悪い環境下で使用されるケースが多く、特に高温環境下でも安定した動作を行うため、最適な熱設計及び部品選定を実施している。

産業用コンピュータの最上位にあたるインテル[®](注1)Xeon[®](注2)プロセッサ搭載の産業用サーバ FS5000、小型の組み型コンピュータ CP10、レガシーシステム(旧世代のシステム)にも対応可能なMicrosoft[®](注3)WindowsNT[®](注4)4.0/ISA(Industrial Standard Architecture)バス搭載の産業用パソコン FA3100A model 8010などの機種において、上記の技術を活用することで信頼性の向上を実現している。

Industrial computers must provide uninterrupted operation 24 hours a day, 365 days a year, while offering high reliability for stable operation. Although their basic hardware configuration is equivalent to that of a general-purpose computer, the design standards and margins of industrial computers are modified in order to improve the reliability. Moreover, since they often operate in an adverse environment, both appropriate thermal design and parts selection are important to secure stable long-term operation.

Toshiba has achieved improved reliability by incorporating the reliability technologies described above into various models such as the FS5000 industrial server equipped with the Intel[®] Xeon[®] processor, which is our highest level industrial computer; the CP10 small embedded computer; and the FA3100A model 8010 industrial PC equipped with a WindowsNT[®] 4.0/Industrial Standard Architecture (ISA) bus, which can handle legacy systems.

1 まえがき

産業用コンピュータはFA(Factory Automation)システムだけでなく、通信、放送、交通、上下水道、電力、ビル管理などの社会インフラシステム、自動化装置、検査・分析装置などの産業機器用組み込みコンピュータとしての採用が拡大している。監視・制御システムや組み込み装置のオープン化及びパソコン(PC)やPCサーバをベースにしたシステムが増加するなか、産業用コンピュータにおいても、CPUの高速化をはじめとする高性能化や、使用目的や規模に応じた筐体(きょうたい)サイズの指定、また従来システムのコンピュータの置換えに伴うレガシー性の要求など、顧客ニーズが多様化している。

2 産業用コンピュータの信頼性向上技術

信頼性向上のために、信頼性が確保された部品を採用し、使用部品を安定して動作させるためのFA設計基準を設定するとともに、様々な技術を取り入れている。

(注1)、(注2) インテル、Xeonは、米国及びその他の国における米国Intel Corporation又は子会社の登録商標又は商標。

(注3)、(注4) Microsoft、WindowsNTは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標又は商標。

2.1 FA設計基準

産業用途での設計基準として、FA設計基準を設定している。FA設計基準は、産業用コンピュータの使用環境(工場環境)を前提として、静電気耐力やノイズ耐力を向上させるため、回路基板のパターン設計時には回路の絶縁、分離、接地などに配慮するとともに、バスパターンの等長配線、インピーダンス調整、グラウンドガード(注5)などを確実に実施している。昨今のバスの高速化に伴い、回路シミュレーションによる信頼性確保も実施している。また、耐腐食性を考慮し、外部コネクタ端子部には金メッキの採用を標準としている。

産業用コンピュータは、10年以上の長期間の使用が多いことから、長寿命部品の採用も実施している。例えば、コンデンサでは、有機高分子コンデンサの採用で長寿命化を実現している。タンタルコンデンサは、ショートモードでの故障の可能性を内在していることから使用禁止部品とし、ショートモードの回避も実施している。部品選定では、長期間の供給及び保守を考慮して、互換品やセカンドソースの有無を事前に確認している。

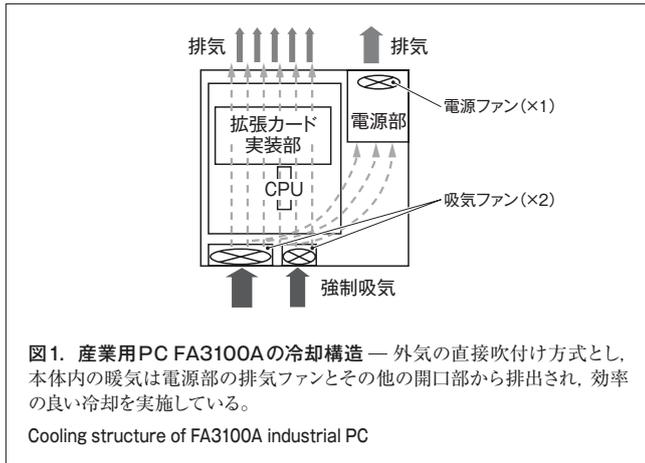
2.2 頑健性の向上

産業用コンピュータは、条件の悪い設置環境下での稼働が

(注5) 配線パターンをグラウンドパターンで挟むことで、静電気耐力を強化すること。

要求されるため、長寿命・高信頼性部品の採用だけでなく、冷却性能の向上や耐振動性強化などにより長期連続稼働を実現している。

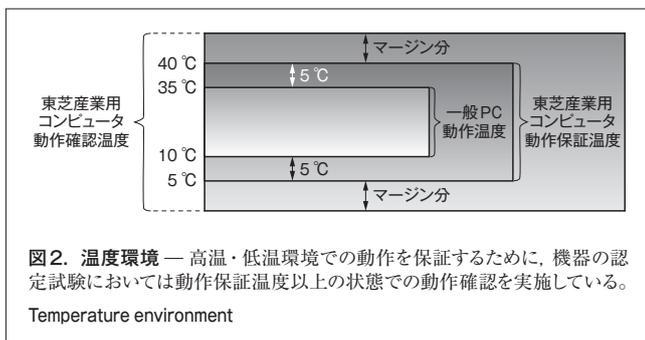
2.2.1 温度対策 CPUの冷却は、一般のCPUクーラ方式ではなく、前面ファンによる外気の直接吹付け方式とし、本体内の暖気を用いない効率の良い冷却を実施している(図1)。本体内の暖気は、電源部の排気ファンとその他の開口部から外部に排出する。保護機能として、本体内部温度又はCPU温度が、規定値以上に上昇した場合には警報を出力する。



高温・低温環境での動作を保証するために、放熱・風速シミュレーションによる筐体設計を行うとともに、機器の認定試験では、動作保証温度範囲より広い環境下で動作確認を実施している(図2)。具体的には、CPUを高温下で試験するCPU負荷上昇プログラムを用いた検証や、恒温槽を用いた温度環境試験を実施している。

2.2.2 塵埃(じんあい)対策 防塵フィルタの装備により、本体内部への腐食性物質の流入を防いでいる。金属片だけでなく、ごみも湿度によりショートモードの故障につながる要因となることが判明している。

吸気ファンと排気ファンのバランス調整を行い、吸気量を多くして本体内部の気圧を高めることで、本体のすきまからの外気流入を防ぎ、かつ防塵フィルタの付いている吸気ファンだけ

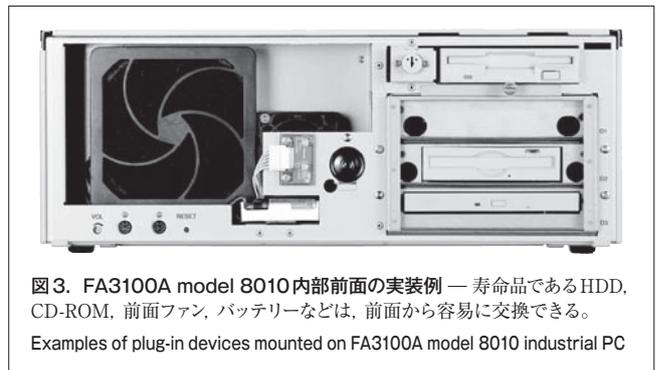


で外気を吸入する仕組みとしている。

2.2.3 耐振動対策 振動のある設置場所での使用を想定し、板金板厚、補強、絞り構造など独自の筐体板金設計により、耐振動性強化構造を実現している。また、ハードディスクドライブ(HDD)は防振ゴム設置などの対策により、耐振動性を強化している。認定試験時は振動試験機を用いて1.96 m/s²又は4.90 m/s²状態での動作確認(スイープ+共振点加振)を行っている。過去の地震波形を模擬した低周波振動試験機を用いることで、耐地震試験も実施している。

2.3 メンテナンス容易性

部品の信頼性向上と併せて重要なのが、故障発生時の復旧時間である。システムの重要なコンポーネントとして使用される産業用コンピュータは、寿命部品の交換や障害発生時のメンテナンスが短時間で容易に行える必要がある。HDDなど補助記憶装置のプラグイン実装方式、寿命部品の前面集中配置によるフロントアクセス交換方式の採用で、本体を分解することなくメンテナンスが容易な構造としている(図3)。



2.4 RAS機能

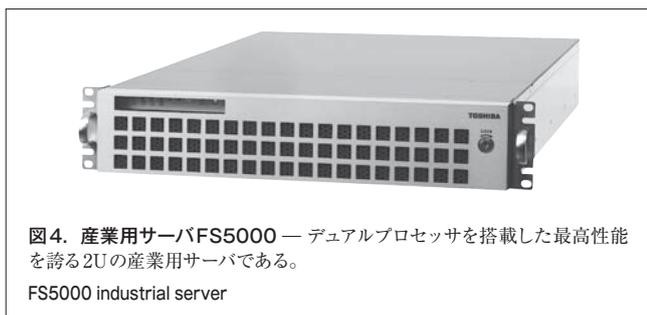
産業用途では、コンピュータの自己診断機能により稼働状態監視、異常の検出通知、自動再起動などのRAS (Reliability Availability and Serviceability) 機能を備えていることが重要である。RAS機能は、東芝が長年にわたり培ってきたハードウェア及びソフトウェアの技術であり、産業用コンピュータ全機種に装備している。ハードウェアとソフトウェアの状態監視、ハードウェアの制御機能、表示、ユーティリティ機能などを備えている。

3 信頼性技術を活用した産業用コンピュータ

2章で述べた信頼性向上技術を活用した当社の産業用コンピュータについて述べる。

3.1 産業用サーバ FS5000シリーズ

3.1.1 産業用サーバの新シリーズ 産業用コンピュータの最上位にあたるFS5000シリーズを開発し、ラインアップに加えた。産業用コンピュータの現行機種の中で最高の性能を誇



り、サーバやワークステーションクラスの性能を持つFS10000シリーズとはほぼ同等の性能を、高さが半分の2U^(注6)(約88 mm)以下、奥行きが約10%(約70 mm)短い614 mmの筐体に凝縮し、なおかつ高いコストパフォーマンスを実現した機種である(図4)。

3.1.2 製品の位置づけ FS5000シリーズは、産業用コンピュータに求められる頑健性、拡張性、メンテナンス性、長期供給性を備えたハイエンドの産業用サーバ FS10000シリーズの薄型モデルである。社会インフラシステム(放送や通信、電力、一般産業など)やIT(情報技術)インフラシステム(医療システム、駅/空港情報システム、映像配信など)の分野で使用可能な高信頼性を実現した産業用サーバである。

CPUには産業用コンピュータシリーズの中でも最高速となる3.2/2.8 GHzのHT(ハイパー スレディング テクノロジー)対応Intel[®] Xeon[®]プロセッサ(システムバス800 MHz)を採用し、デュアルプロセッサ対応である。更に、大容量のメモリにアクセス可能なIntel[®] 64アーキテクチャーにも対応できるため、飛躍的な性能向上を図ることができる。ただし、64ビット対応OS(Operating System)などIntel[®] 64アーキテクチャー対応のOSを使用する必要がある。メモリにはECC(Error Correcting Code)機能付きDDR2-SDRAM(Double Data Rate 2-Synchronous DRAM)の高速メモリを採用し、最大8 Gバイトまで増設できる。

拡張スロットにはPCI(Peripheral Component Interconnect)バスの上位規格であるPCI-Xバスを5スロット備えており、拡張性にも優れている。SATA(Serial Advanced Technology Attachment)HDDユニットはFS10000シリーズと同一ユニットを採用し、高い操作性とメンテナンス性を維持している。また、HDDのRAID(Redundant Arrays of Independent Inexpensive Disks)機能を使用することで冗長化及び高速化が可能となる。電源はホットスワップ^(注7)可能な冗長電源を選択可能であり、メンテナンス性と信頼性の向上を実現している。

外形寸法は2Uの高さで、EIA規格ラックに効率よく収納できる。また、産業用途の使用温度範囲(5~40℃)の広さや5

年間の供給期間と最長10年間の保守期間などから、汎用サーバの供給期間や保守期間では顧客要求を満たすことができなかったシステムへの適用が可能となる。

3.1.3 製品の特長 製品の主な特長は、次のとおりである。また、主な仕様を表1に示す。

- (1) Xeon[®]プロセッサを最大2個搭載 Xeon[®]プロセッサ(2.8 GHz又は3.2 GHz)を最大2個まで搭載でき、HT対応で、かつ800 MHzのフロントサイドバスなどの先進技術により、いっそうの高速処理が可能である。
- (2) 高速・大容量のメインメモリを搭載 メインメモリとして、ECC付きDDR2-SDRAMメモリを最大8 Gバイトまで搭載可能で、高速・大容量メモリにより大規模アプリケーションにも対応し、高いパフォーマンスを発揮する。
- (3) 高信頼性と長期安定稼働を実現
 - (a) 産業用として必要な、長期連続稼働、耐環境性、長寿命を実現するため、当社独自の設計、製造を行っており、長寿命・高信頼性部品の採用、冷却性能の向上、電源ノイズ対策、防塵フィルタの装備などにより、高信頼性及び頑健性を実現している。
 - (b) RAS機能を標準搭載し、システム異常の診断監視、

表1. 産業用サーバFS5000の仕様
Specifications of FS5000 industrial server

項目	仕様
CPU	Xeon [®] プロセッサ(2.8 GHz又は3.2 GHz)最大2プロセッサ
メインメモリ	512 Mバイト~最大8 Gバイト(ECCメモリ)
ハードディスク	SATAディスク×最大4台
フロッピーディスク	3.5型 720 Kバイト/1.44 Mバイト
標準インタフェース	キーボード(PS/2)、マウス(PS/2)、RS-232C×2ポート、Ethernet(1000BASE-T/100BASE-TX/10BASE-T)×2ポート、USB(2.0/1.1)×4ポート、サウンド(ラインイン、ラインアウト、マイクイン各1チャンネル)
拡張インタフェース	グラフィック、DI/DO(各4点)
拡張スロット	PCI-Xスロット×5(内グラフィック/RAIDコントローラにてそれぞれ1スロット使用)
グラフィック	アナログRGB×1チャンネル
周辺機器	オプション:CD-ROM又はスーパーマルチドライブ
RAS機能	RASハードウェア、サポートソフトウェア標準搭載 ウォッチドッグタイマ ^(注8) 、電源断検出、内部温度上昇検出、ファン停止検出、パワースイッチOFFによる自動シャットダウン、リモートイニシャライズ、リモート電源ON/OFF、DI/DO(各4点)、RASメモリへの情報保存
電源	ワイドレンジ85~264 V、50/60 Hz±3 Hz オプション:冗長電源
本体サイズ	434(幅)×87(高さ)×614(奥行き)mm 2Uラックマウント
OS	Windows [®] XP、Windows Server [®] 2003、Linux ^(注9)

RGB : 赤、緑、青
DI/DO : デジタル入出力

(注8) 制御プログラムが実行されたかを監視し、異常が起こった場合、CPUに割込みを掛けて、アプリケーションを停止したり再起動したりするデバイス。

(注9) Linuxは、Linus Torvalds氏の米国及びその他の国における登録商標又は商標。

(注6) EIA(Electronic Industries Alliance)規格の高さの単位で、1U=1.75インチ(約44.45 mm)。

(注7) コンピュータの電源を入れたまま、部品やケーブルを交換すること。

機器故障の早期発見支援により、万一の異常発生の際でも、業務への支障を最小限に抑えることができる。

(4) 高性能で拡張性に富んだ周辺機能を装備

- (a) 2Uサイズながら、I/O (Input/Output) カード拡張スロットとしてユーザー開放最大4スロットを搭載(グラフィックカードで1スロット使用)し、豊富な拡張性を備えている。PCIスロットはPCI-Xを採用、64ビット/133 MHz (2スロット)、64ビット/100 MHz (2スロット)で動作し、高速I/O処理を実行する(PCI-X対応カード使用時)。
- (b) Gigabit Ethernet (1000BASE-T/100BASE-TX/10BASE-T) 2ポートや、USB (Universal Serial Bus) 4ポート、RS-232C (Recommended Standard 232C) 2ポート、サウンド機能を標準搭載している。

3.2 組み込み型コンピュータ CP10シリーズ

組み込み型コンピュータ CP10は、幅98 mm×奥行203 mm×高さ190 mmのコンパクトサイズに、インテル®Pentium®(注10)M (1.4 GHz) 又はインテル®Celeron®(注11)M (600 MHz)を搭載、HDD、ECC付きメインメモリ最大1 Gバイト、電源ユニット、及びUPS (Uninterruptible Power Supply : 無停電電源装置) バッテリーを内蔵したコンパクトコンピュータである(図5)。

ファンレス構造とし、ヒートパイプと背面のヒートシンクの組合せにより冷却を行う。前面メンテナンス方式で、HDD、内蔵UPSバッテリー、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) バックアップバッテリーなどの消耗品の交換が、前面から容易にできる構造である。

入出力インターフェースとして、グラフィック、RS-232C、Ethernetを各1ポート、USB 4ポート、PCI拡張カードスロット(ロープロファイルタイプ)1スロットを内蔵し、広範囲なアプリケーションに適用できる。



(注10)、(注11) Pentium, Celeronは、米国及びその他の国における米国 Intel Corporation 又は子会社の登録商標又は商標。



RAS機能を標準搭載し、システム異常の診断監視、復旧支援のほか、AC (交流) 電源断の際には内蔵UPSバッテリーに切り替えて自動シャットダウン処理を行う。

現場端末や各種自動化機器への組み込みなど、様々な組み込みアプリケーションに適用できる。

3.3 産業用PC FA3100A model 8010

CPUにPentium®4 (2.6 GHz) を搭載し、スロット数が多く拡張性の高いコンピュータである(図6)。

拡張バスとしてISAバスを備えているうえに、WindowsNT® 4.0 (Workstation/Server) のプレインストール出荷も可能であり、既設コンピュータの置換えに容易に対応できる。

4 あとがき

産業用コンピュータは、その高信頼性、供給・保守期間の長期継続性などにより、ニーズが多様化、拡大化している。今後も市場ニーズに合った製品の開発を進めていく。



春山 仁 HARUYAMA Hitoshi

産業システム社 産業システム事業部 制御・計装機器営業部 参事。
産業用コンピュータの商品企画及び技術支援業務に従事。
Industrial Systems Div.



東 隆男 AZUMA Takao

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



後藤 達哉 GOTO Tatsuya

産業システム社 産業システム事業部 制御・計装機器営業部。
産業用コンピュータのハードウェア設計及び技術支援業務に従事。
Industrial Systems Div.