

# IoTのハブを担う高信頼かつ高付加価値の産業用コンピュータ

Industrial Computers Assuming New Role as Hub for IoT Devices

稲荷 将 高柳 洋一 東 隆男

■ INARI Masaru ■ TAKAYANAGI Yoichi ■ AZUMA Takao

産業用コンピュータは、頑健性、保守容易性、RAS (Reliability, Availability, Serviceability) 機能、及び長期安定供給といった産業用途に必要な特長を備え、これまで産業オートメーションシステムや社会インフラシステムにおける監視制御をはじめ、各種産業機器への組み込み用途として、幅広い分野に適用されてきた。一方、産業界では、IoT (Internet of Things)、M2M (Machine to Machine) 通信、クラウドコンピューティングといったビッグデータを活用する新たな情報インフラの発展により、業界全体として大きな転換期を迎えている。

東芝は、これまで培ってきた産業用コンピュータの様々な特長に加えて、クラウドコンピューティングや、フォグコンピューティング、エッジコンピューティングなどのシステム形態において、IoTデバイスのハブ (あるいはゲートウェイ) として新たな役割を担う高信頼かつ高付加価値の産業用コンピュータの開発に取り組んでいる。

Industrial computers have been applied to industrial automation and social infrastructure systems in various fields, such as supervisory control systems and built-in computers for industrial equipment, due to their notable features including robustness; maintainability; reliability, availability, and serviceability (RAS) functions; and long-term stable supply. On the other hand, industrial markets have recently reached a significant turning point with the development of information infrastructure utilizing big data collected through Internet of Things (IoT) devices, machine-to-machine (M2M) communication, and cloud computing.

Toshiba is making efforts to develop industrial computers assuming a new role as a hub (or gateway) for IoT devices in systems such as cloud computing, fog computing, and edge computing, applying its proprietary technologies cultivated through the development of industrial computers with high reliability and high added value.

## 1 まえがき

様々な産業分野 (石油や、化学、鉄鋼、紙、パルプ、食品、飲料、セメント、ガラス、繊維など) における産業オートメーションシステムや社会インフラシステム (ビルや、放送、通信、上下水道、廃棄物処理、道路、鉄道、電力流通、ガス、医療など) での監視制御をはじめ、各種産業機器 (半導体・液晶製造装置や、計測・検査装置、工作機械、自動倉庫など) への組み込み用途として、産業用コンピュータはこれまでに幅広い分野で適用されてきた。これらの分野で産業用コンピュータに要求される特長としては、頑健性や、保守容易性、RAS機能、長期供給性などが挙げられる。

これらの要求に応え、東芝はこれまで高信頼性や、耐環境性、保守性などで独自の特長を備えた、産業用コンピュータの多様なラインアップをそろえてきた<sup>(1)-(3)</sup>。

一方、インターネットに代表される情報インフラシステムでは、IoT、M2M通信、クラウドコンピューティングといったビッグデータを活用するための新たな技術が確立されつつある。

今後、このような新しい技術が産業オートメーション・社会インフラシステムや各種産業機器などにも導入され、それに伴

い、新たな要素技術が産業用コンピュータに求められると考えられる。

そこで当社は、これまで培ってきた産業用コンピュータの特長に加え、クラウドコンピューティングや、フォグコンピューティング、エッジコンピューティングなどのシステム形態において、IoTデバイスのハブ (あるいはゲートウェイ) として新たな役割を担う高信頼かつ高付加価値の産業用コンピュータの開発に取り組んでいる。

ここでは、これからのシステムに求められる形態、及びそれに対する産業用コンピュータへの取組みを、これまでの基盤技術を交えて述べる。

## 2 産業オートメーション・社会インフラシステムの新たな潮流

現行の産業オートメーション・社会インフラシステムは、一般的な監視・制御システムとして、工場やプラントなど特定領域の閉じた環境下で運用されており、そこで扱われる情報量も限られている場合が多い。また、各システムには、独自の規格によってそれぞれのデバイスが接続されている。

このようなシステムでは、図1(a)に示すように、取り扱う情報により階層化され、各種情報は各階層に則した処理がなされている。

システムの下位層では温度や、湿度、流量、圧力、レベルなどのセンサ情報の収集、サーボモータや電磁弁などのアクチュエータの制御といった処理がなされる。ここでは、PLC (Programmable Logic Controller) や分散制御システム (DCS: Distributed Control System) などを用いて処理が行われる。

PLCやDCSの上位層ではHMI (Human Machine Inter-

face) が接続されており、PLCやDCSの挙動を監視し、これらを経由して送られてくるセンサ情報などを収集する。

HMIで収集された情報は、HMIの上位層に接続されているMES (Manufacturing Execution System) により処理される。MESでは、送られてきた情報を基に、製品の生産計画や部材の補充などの生産管理を実施する。また、更に上位層にはERP (Enterprise Resource Planning) があり、長いスパンでの生産計画や人員配置計画などを実施している。

このようなシステムにおいて、産業用コンピュータは、MESやERP用途としてはサーバモデルが、HMI用途としてはデスクトップモデルやラックマウントモデルが使われている。

このように、現行の産業オートメーション・社会インフラシステムでは、それぞれの階層で、それぞれの処理を実施することで全体の処理を行ってきた。

一方、情報インフラ技術の発展により、各種センサの小型化、無線化、及び低価格化が進むとともに、通信の広帯域化、大容量化、及び無線化が進み、あらゆる情報がインターネットに接続されつつある。これらの情報は、クラウドシステム上にあるサーバに蓄積され、可視化や数値化された後、データ解析されることによって、これまでになかった新たな知見を提示することが可能になる。

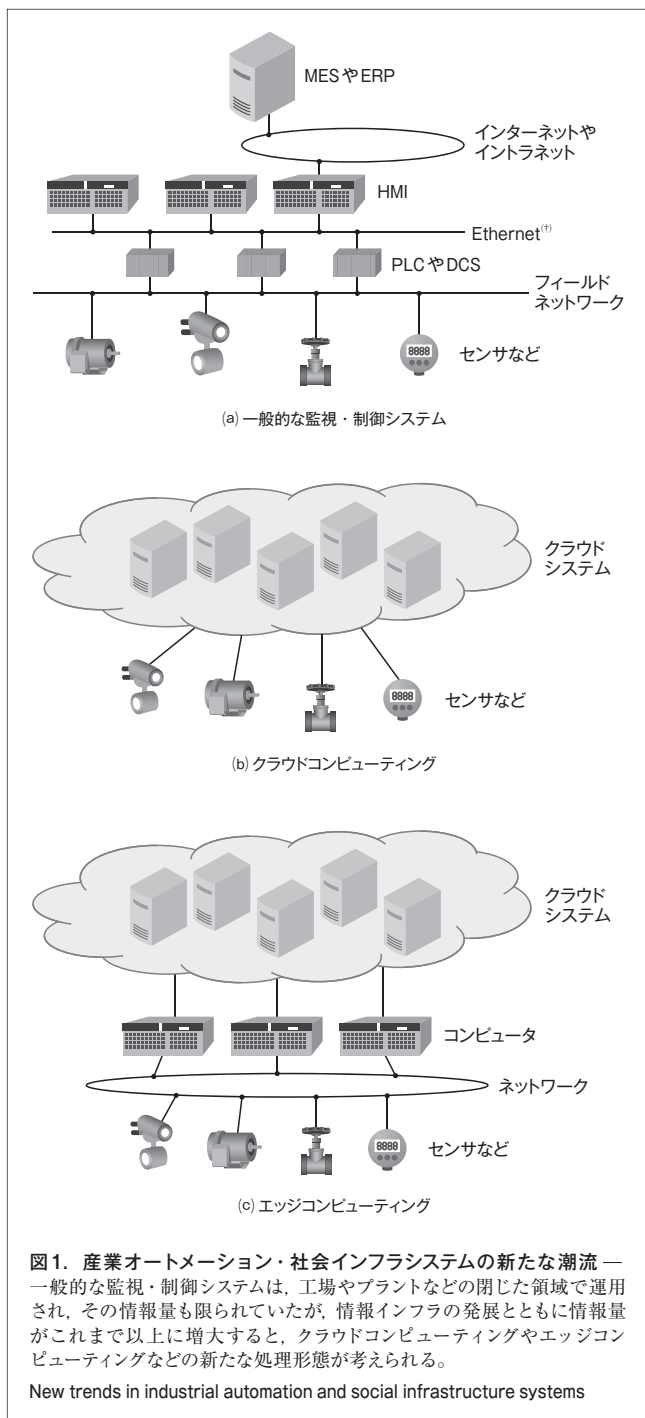
業界では、情報インフラ技術とそのコンセプトを応用して工場のスマート化を推進するために、ドイツのIndustrie 4.0や米国のIndustrial Internetと呼ばれる概念が提唱され、徐々に浸透しつつある。

更に、あらゆる場所やあらゆるモノにセンサが取り付けられるようになるため、情報量自体も桁違いに増大する。

このような背景のなか、今後の産業オートメーション・社会インフラシステムにおいても、情報インフラシステムで適用されているIoT, M2M 通信、クラウドコンピューティングといったビッグデータを活用する技術の影響を受けることにより、新たな処理形態が考えられる。すなわち、下位層のセンサ情報やサーボモータの制御情報などが全て上位層であるクラウドシステム上に集約され、クラウドシステム上で処理された情報がまた下位層にも送られて処理が実行されるというものである(図1(b))。

ここで、産業オートメーション・社会インフラシステムが、情報インフラシステムと大きく異なる点としては、リアルタイム性と冗長性が要求とされることが挙げられる。末端の各種情報を直接クラウドシステムで処理する方法では、タイムラグによる遅延などが許されないシステムでは対応できない。

フォグコンピューティングやエッジコンピューティングは、これらの諸問題を解決するため、下位層に近い位置に処理端末を設置し、ある一定の情報処理を下位層で実施するというソリューションである(図1(c))。クラウドシステムと末端の各種情報のハブ(あるいはゲートウェイ)の役割を担うフォグコン



ピューティングやエッジコンピューティングでも、やはり扱う情報量は増大する傾向にあり、高速処理性能に加え、大容量のストレージデバイスやメモリなどに高いスペックが要求される。

これらに加え、産業オートメーション・社会インフラシステムでは、ノイズや、温度、振動など設置環境の劣悪な現場に近い場所に設置されながらも、長期連続稼働が求められる。したがって、24時間連続稼働を前提とした信頼性をはじめ、省スペース性や、耐環境性、メンテナンス性なども重要な要素となる。

### 3 産業用コンピュータを支える技術

前述したように、フォグコンピューティングやエッジコンピューティングでは、高いスペックが要求される。また、産業用途では高信頼性や耐環境性といった要素も必要である。

以下では、高信頼性や耐環境性などに関してこれまでに培ってきた産業用コンピュータの特長について述べる。

#### 3.1 高信頼設計

24時間365日の連続稼働を実現するために、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要求される。メインボードは自社で設計することにより、定格に対して十分なデレーティングを確保した部品選定及び回路設計を実現している。

ストレージデバイスであるHDD（ハードディスクドライブ）は、24時間365日の連続稼働に対応できるものを選定するとともに、独自のスクリーニングを実施し、信頼性を確保している。

また、耐振動性や耐衝撃性に優れ、駆動部レスなどの特長を持っているSSD（ソリッドステートドライブ）の適用も順次進めており、耐環境性を重視する場合や容量を重視する場合など、その用途に応じて選択できる。

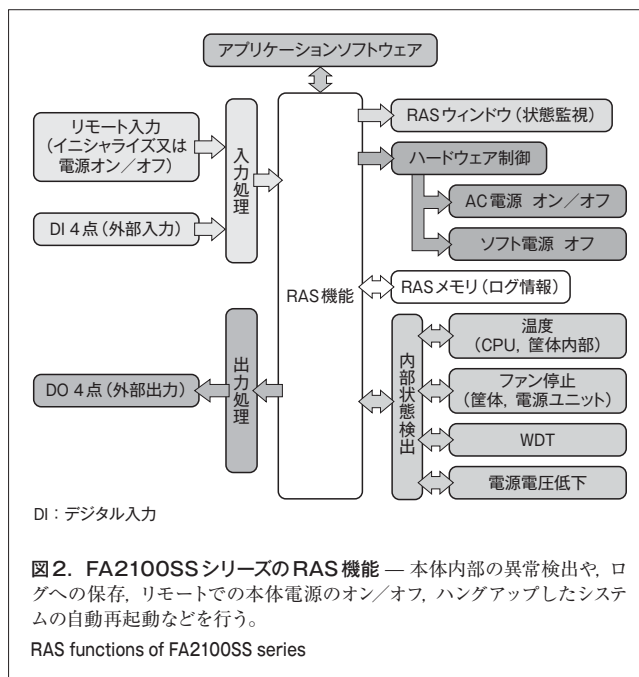
#### 3.2 耐環境性

防塵（ぼうじん）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、過酷な環境下での使用を考慮した構造を採用している。

#### 3.3 RAS機能

産業オートメーション・社会インフラシステム用途では、異常発生を検出する自己診断機能や、それを受けて警報出力や再起動をするなどの復旧機能が必須である。産業用コンピュータは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。これにより、リモートでの本体電源のオン/オフや、シミュレーション機能によるアプリケーション作成時間の短縮などを実現できる。

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。当社の産業用コンピュータの一つであるFA2100SSシリーズに搭載されているRAS機能の概要を図2に示す。

内部異常検出機能には、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。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あっても、異常通知のポップアップ表示などが割り込むことがないため、システムとしての動作を阻害せず、適切に異常処理ができる。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）で外部に出力することもできる。

復旧機能では、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、ハングアップした状態から抜け出すことができる。また、供給電源の異常（電源断）やメモリ異常など、ソフトウェアだけではログの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。

#### 3.4 フロントメンテナンス

ストレージデバイスや、冷却ファン、バッテリーなどの寿命部品は定期的に交換が必要である。メンテナンス時のシステム停止時間を削減するため、寿命部品の交換作業は短時間で実施する必要がある。そこで、フロントメンテナンス構造により、図3に示すように、特別な工具を使うことなく、寿命部品を前面から短時間で交換できるようにしている。

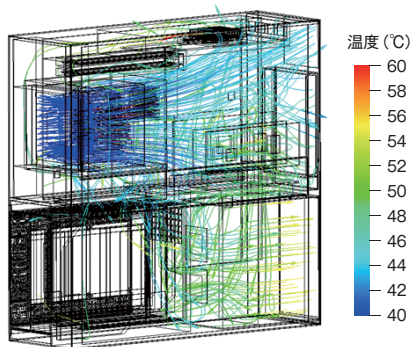
特に、冷却ファンは、メンテナンス性ととも冷却性能も確保しなければならない。発熱部品の配置や、筐体（きょうた



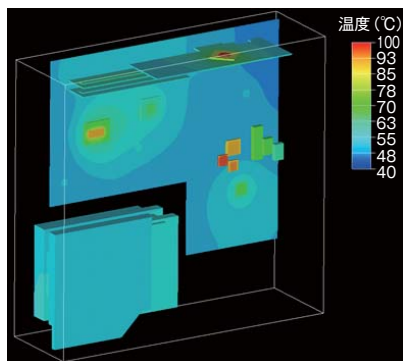
(a) ストレージ交換 (b) バッテリー交換 (c) 冷却ファン交換

図3. フロントメンテナンス構造 — 定期的に交換が必要な寿命部品は、前面から工具レスで交換可能で、交換作業が短時間で済むため、メンテナンス時のシステム停止時間を削減できる。

Front maintenance structure



(a) 筐体内の熱流体解析



(b) 発熱部品の温度解析

図4. 熱流体解析の一例 — 高温環境下での安定稼働を実現するため、部品の配置や、筐体、ダクト形状などの設計において、発熱部品や空気の流れの解析を実施し、高い冷却性能を確保した。

FA2100SS model 400 industrial computer

い)、ダクト形状などの設計において、図4に示すような熱流体解析を行うとともに、実機による検証を実施することで高い冷却性能を確保し、高温環境下でも安定稼働を実現している。

また、メンテナンス以外にも、パワースイッチの保護カバーや、AC (交流) ケーブルの抜け防止金具、セキュリティロックプレートなど、誤操作防止やセキュリティにも配慮した設計を行っている。



図5. スリム型産業用コンピュータ FA2100SS model 400 — 2015年5月リリースの最新モデルであり、5年後の2020年5月まで製品を供給する。また、製品供給期間終了後も標準で7年間の保守期間があり、長期間にわたって同一の機器を使用することが可能である。

Example of thermal-fluid analysis of FA2100SS model 400

### 3.5 長期供給及び長期保守

産業用コンピュータでは、同一モデルを3～5年間供給する。これにより、モデルチェンジごとに発生する後継機の選定作業や、それに伴うアプリケーションソフトウェアの再検証作業などに要する、人的、金銭的、及び時間的負担を軽減できる。

最新モデルのFA2100SS model 400 (図5) では、リリースした2015年5月から5年後の2020年5月まで製品を供給する。この長期安定供給により、継続的な装置の組込みや段階的なシステム増設を安心して行うことができる。

5年間の製品供給期間終了後も、標準で7年間の保守期間があり、更にモデルによってはオプションで3年間の延長も可能であり、供給期間を含め最長15年間にわたって同一の機器を使用することが可能である。

オンサイトやピックアップなどのバラエティに富んだ保守メニューでユーザーの様々な要求に応えることにより、産業オートメーション・社会インフラシステムの長期安定稼働を支えている。

### 3.6 筐体の形状及びサイズの継承性

製品供給終了後に後継機を開発する際には、筐体の形状及びサイズは旧モデルとほぼ同一の形状及びサイズとしている。旧モデルを設置していたラックや、盤、デスクなどの設置スペースを変更することなくそのまま流用することが可能になり、最新モデルへのスムーズなプレースを実現する。

## 4 産業用コンピュータの新展開

産業用コンピュータは、これまでにサーバタイプからスリムタイプまで、様々なモデルを展開してきた。モデルチェンジ時に

は、旧モデルとの互換性を維持しつつ新たな技術を常に取り入れている。ここでは、近年の取組みであるストレージデバイスのSSD化について述べる。

これまで述べてきたように、今後は処理する情報量は増大する一方であり、ストレージデバイスやメモリも大容量化が必須である。コンピュータでの情報処理の過程では、メモリ上に一時的にデータが保存されCPUによって処理が行われるが、メモリ容量以上のデータはストレージデバイスにバッファリングされる。そのため、高速処理を実現するには、ストレージデバイスの高性能化が必要となる。

これまで主流であったHDDは、機構部品で構成されるストレージデバイスであるため、高速化も頭打ちとなり、産業用コンピュータとしての性能向上のボトルネックとなってくる。

SSDは、駆動部を持たないストレージデバイスであり、データの読出しと書き込みを高速に行うことが可能である。また今後、デバイスの微細化により大容量化や更なる高速化が進んでいくため、前述のボトルネックを解消できる。

しかし、SSDは高速の読出しと書き込みが可能な反面、書き込み回数に上限があるため、書き込み寿命という弱点がある。センサなどのシステム動作状態の情報を中継サーバとして収集し、蓄積していく用途では、書き込み寿命の制約がシステム構築に支障をきたすおそれがある。産業用コンピュータでは、ストレージに冗長性を持たせたRAID (Redundant Arrays of Independent (Inexpensive) Disks) モデルにおいて、書き込み寿命を強化したエンタープライズ向けSSD (eSSD) を採用することにより、これらを解決する。

当社のS.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) 情報参照ツールソフトウェア (XSMART) は、システム動作中の書き込み寿命の進行状況を監視し、SSDが寿命に達するまでの時間を予測する。XSMARTでは、シングルドライブ構成時だけでなく、RAID構成時のSSDの状態も監視することができる。予防保全のためのメンテナンスを計画的に実施することが可能になり、システムの長期安定稼働に貢献する。

## 5 今後の展開

今後は、需要が増えると考えられるフォグコンピューティングやエッジコンピューティング用途として、IPMI (Intelligent Platform Management Interface) による遠隔監視やKVM (Kernel-based Virtual Machine) による仮想マシンのような機能を組み込むことで、仮想化サーバとしての要求も取り込んでいく。

一方、フォグコンピューティングやエッジコンピューティングで使われるデバイスは、末端のセンサ情報と上位のクラウドシステムの間をつなぐ、“ハブ”としての役割が求められる。サー

バ用途として使われているような高い処理性能を持つCPUを用いながらも、産業用コンピュータとしての要求も実現していく必要がある。コンパクトで現場などに容易に設置できるような形態や、SSDやファンレスなどのメンテナンスフリーでの長期間運用、更には冗長性の付与などが考えられる。

## 6 あとがき

産業用コンピュータを取り巻く環境の変化と、それに対する取組みについて述べた。

今後も、これらの高信頼かつ高付加価値の産業用コンピュータの開発を継続し、産業オートメーションシステムや社会インフラシステムなどへの適用実績を拡大しつつ、更に新たな領域への適用を目指していく。

## 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.
- (2) 稲荷 将 他. 小型組込みボックス型コンピュータ EC20 model 100. 東芝レビュー. 68, 5, 2013, p.52-55.
- (3) 阿南和弘 他. 社会インフラシステムを支える産業用コンピュータ. 東芝レビュー. 68, 10, 2013, p.18-21.

• Ethernetは、富士ゼロックス(株)の商標。



稲荷 将 INARI Masaru

社会インフラシステム社 鉄道・自動車システム事業部 計装制御営業部主務。産業用コンピュータの営業、技術開発、マーケティング、及び商品企画に従事。

Railway & Automotive Systems Div.



高柳 洋一 TAKAYANAGI Yoichi

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 パワーエレクトロニクス・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及びアジア地区マーケティングに従事。計測自動制御学会、電気学会会員。IEC TC65 MT9及びJWG10国際エキスパート。

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 パワーエレクトロニクス・計測制御機器部参事。産業用コンピュータの製品企画及び事業推進業務に従事。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems