

近年、産業用途としてパソコン (PC) の利用が拡大を続けている。これらの PC を利用したシステムのなかには、OA 用の PC をそのまま利用したものもある。しかし、FA (Factory Automation) に代表される産業用途に OA 用 PC を流用した場合、使用環境の違いや連続運転に対応しないこと、製品の供給期間が短いことなど、さまざまな問題があり、これが PC 導入の妨げの理由となっている場合が少なくない。当社ではこれらの問題に対応するため、PC に従来の産業用コンピュータの技術を導入し、装置の長寿命化、温度上昇対策、保守性の改善、自己診断機能対策を施した産業用 PC FA3100 を開発した。

Personal computers have been increasingly applied to industrial systems in recent years, including many office automation (OA) type PCs. However, there have been many problems in this regard, such as cases where OA type PCs have been unable to support continuous or long-term operations. In some cases, such problems have prevented the construction of systems with personal computers.

In order to provide a solution to these problems, we have developed the FA3100 industrial PC which incorporates the technologies of other industrial computers.

1 まえがき

近年の PC の爆発的な普及と高性能化、低価格化の進行、Microsoft® (注1) WindowsNT® (注2)をはじめとする GUI (Graphical User Interface) やネットワーク機能を標準でサポートするオペレーティングシステム (OS) の登場、周辺装置市場の拡大は、その適用分野をも急速に拡大させることとなった。現在では、PC は単なる OA 用のツールにとどまらず、汎 (はん) 用の低価格コンピュータとして使用されるようになってきている。

産業用コンピュータと呼ばれる専用コンピュータで処理されることが普通であった産業分野も例外ではなく、本格的な監視制御システムをパソコンアーキテクチャで構築するという例が増えてきている。当社においても、この特集の別稿でも紹介しているとおり、統合制御システム CIEMAC™ のプラットフォームとして産業用 PC を利用している。

これらのシステムのなかには OA 用の PC をそのまま利用している例も見受けられるが、産業用途に適用するには信頼性や供給面などで問題がある。

このような状況を受け、当社では従来から製品化していた小型産業用コンピュータをベースとして、新たに PC と互換性のある産業用 PC FA3100 を開発した。表 1 に FA3100

表 1. FA3100 (Pentium 版) の主な仕様

Specifications of FA3100 system

項目	仕様
CPU	Pentium™ (注3) プロセッサ
動作周波数	133 MHz / 166 MHz / 200 MHz
メモリ	最大容量 256 M バイト (パリティ/ECC チェック可)
二次キャッシュ	最大 512 K バイト
ISA 拡張スロット	5 (フルサイズ可)
PCI 拡張スロット	3 (フルサイズ可)
使用温度範囲	5~40°C
標準 I/O	シリアル×2, パラレル×1
HDD	着脱式 HDD バック×2 (ミラーリング可)
FDD	1 (3 モード対応)
キーボード/マウス	PS/2 本体前面/背面とも接続可
自己診断機能	<ul style="list-style-type: none"> ・メモリパリティ/ECC チェック ・CPU 温度検出 ・ユニットファン停止検出 ・電源ファン停止検出 ・ソフトウェア電源 OFF ・リモート イニシャライズ ・絶縁 DI 入力×4 ・絶縁 DO 出力 (警報出力)×4 ・音声出力 ・ユニット内温度異常検出 ・WDT (2 段階方式)
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・防塵フィルタ (標準装備) ・FDD 防塵カバー (標準装備)

ECC: Error Correction Code

ISA: 米国計測工業会

PCI: Peripheral Component Interconnect I/O: 入出力

HDD: ハードディスク装置

FDD: フロッピーディスク装置

DI: Digital Input DO: Digital Output

(注 1), (注 2) Microsoft, WindowsNT は Microsoft 社の商標。

(注 3) Pentium は、インテル社の商標。

の主な仕様を示す。

2 FA3100 の位置づけ

図1に当社の産業用コンピュータシリーズとFA3100の関係を示す。

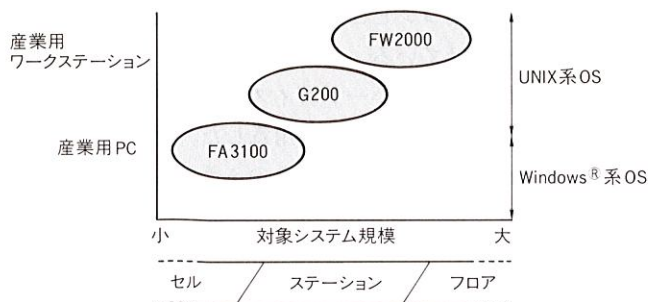


図1. FA3100の位置づけ 当社産業用コンピュータシリーズとFA3100の利用範囲を示す。

Positioning of typical applications for FA3100

G200は小型産業用コンピュータ、FW2000は産業用ワークステーションである。これらはOSに産業用の機能拡張を図ったUNIX^(注4)系を採用しており、リアルタイム制御や情報サーバ用として広く使われている。

FA3100はOSとしてWindows^{®(注5)}などのPC系のものを使用しているが、設計思想や品質管理、サービス体制などの考えかたはG200やFW2000シリーズのものを受け継いでいる。このため、FA3100は一般的なOA用PCとソフトウェア的には確かに互換性はあるが、設計、製造、検査、出荷管理から保守サービス体制に至るまで多岐にわたる違いがある。

例えば、FA3100は量産機種ではあるが、メモリ容量やディスク構成、ソフトウェアや実装するオプションカードなどが選択可能であり、1システムごとに組み合わせて動作確認やエージングを行ったうえで出荷している。また、保守契約でも24時間対応も可能である。

このように、FA3100はいわゆるFA用PCではなく、低価格産業用コンピュータとして位置づけられる。

3 産業用PCへの要求

FA3100の開発時、フィールドにおけるPC応用システムの使われかたをみると、次のように従来の産業用コンピュ

(注4) UNIXは、X/Openカンパニーリミテッドがライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標。

(注5) Windowsは、Microsoft社の商標。

ータの使われかたとなら変わらないことがわかった。

- (1) 使用期間が長い
- (2) 環境条件が悪い
- (3) 定期的な保守作業が発生する
- (4) 無人状態で長期間連続稼働する
- (5) 装置に組み込まれて使用される
- (6) 同一品の長期供給が必要

産業用途の特質はそのまま、OA用PCが使用されているのである。これらは明らかにOA用PCが設計の前提としているオフィスにおけるOAツールとしての使用条件を逸脱するものであり、さまざまな問題を生む可能性がある。

FA3100は、これらの使用状況を考慮して数多くの対策を施している。ここでは、これらのうち①装置の長寿命化、②温度上昇対策、③保守性の改善、④自己診断機能の強化の4点について説明する。

3.1 寿命対策

OA用の場合、年間の実稼働日数を200日、1日8時間稼働で平均3年程度使用した場合、生涯稼働時間は4,800時間程度である。ところが、産業用途のように連続通電を前提とし、7年間使用すると生涯稼働時間は約61,000時間となり、OA用の10倍以上に達する。

このため、産業用コンピュータにおいては長寿命化を考慮した用品を選定しなければならない。FA3100においても従来の産業用コンピュータと同様、工業用の選定基準を適用している。

例えば、一般的なOA用PCでは寿命が数千時間程度のスリープ軸受けタイプのファンを使用している場合が多い。産業用途では1年に満たない計算となるため、FA3100では吸排気とも長寿命のボールベアリングタイプを使用している。また、交換が難しいうえ、問題に気づきにくい寿命部品としてはアルミ電解コンデンサをあげることができる。

アルミ電解コンデンサの寿命は、アーレニウス則に従い、周囲温度が10°C上昇すると寿命が1/2になることが知られている。例えば、一般的な85°C-2,000時間のコンデンサを周囲温度が50°C(本体周囲温度40°C+内部温度上昇10°C)の状態で使用すると、計算上の寿命は23,000時間程度となり、産業用途では3年たらずで寿命ということになる。FA3100では電解コンデンサに高温長寿命品を使用することで、4倍以上の寿命を確保した。

これらのほかにも、OA用PC向けとしては一般的に使われているが、産業環境で長期間使用すると問題が発生するおそれのある部品もあり、注意が必要である。FA3100ではメモリモジュールのソケット、モジュールとも金めつき品とし、耐食性の向上と電解腐食の防止を図ったり、スイッチなどの接点材料とベース部分の材質の組合せ条件に留意するなど、工業用途での使用を考慮した部品選定を行っている。

3.2 温度対策

産業用途では、OA用PCに比べて高温の場所に置かれることが多いが、電子部品の故障率 λ_p とジャンクション温度 T_j の間には次のような相関関係があることが知られている。

$$\lambda_p = \alpha \cdot \beta - (1 / (T_j + 273)) + \gamma \quad (1)$$

ここで、 α 、 β 、 γ はそれぞれ使用するデバイスの種別やパッケージ形状などから決定される定数である。

これからもわかるとおり、ジャンクション温度 T_j の上昇とともに故障率 λ_p が上昇する。

この関係はCPUボードだけでなく、オプションカード類にも適用されるという点にも注意が必要である。特に、周囲温度そのものが高いうえ、絶縁用の電源モジュールなど、発熱部品をもつオプションカードが使用されることの多い産業用途では、装置内の冷却は重要な問題である。

FA3100では、構造設計時にエアフロー解析を行ったうえで本体正面に大型吸気ファンを取りつけ、CPUだけでなく、オプションカード類の冷却も行うようにした。また、装置内の環境温度異常の検出や、CPUの温度監視も行っている。

3.3 保守性

保守性の改善には、定期交換が必要な部材やMTBF(平均故障間隔)の短い部材を明らかにして、それらの交換作業を短時間で終わらせるような構造にする必要がある。通常、定期交換の必要な部材として挙げられるのは、ファン、電源ユニット、バッテリー、ハードディスクである。

FA3100では、これらの定期交換部材のうち過去の産業用コンピュータにおけるフィールド対応実績を考慮し、バッテリーとハードディスク、および防塵(じん)フィルタについて前面から交換が行えるようにした。特に、ハードディスクはディスクバック化されているため、ケーブル着脱作業すら不要である。また、CPUボードがオプションカード化されているのもFA3100の特長である。これはMTBFの評価に基づいて実行されたものである。

通常モジュールのMTBFは用品のfit値(故障率)の総和の逆数となることが知られている。PCの基本構成を基に交換単位ごとのMTBFを算出すると、当然のことながらもっとも集積度が高く、部品点数も多いCPUボードが圧倒的に低い値となる。OA用PCの場合、CPUボードは底面におかれており、各交換単位のなかでもっとも交換がやっかいな部材である。このような構造をとった場合のMTTR(平均修復時間)を見積もると、1時間以上必要となる場合もあるという結果が得られた。FA3100では、CPUボードをオプションカードと同様の実装形態とすることで、MTTRを大幅に削減することができた。

また、CPUボードがオプションカード化されたことで、将来のCPUアップグレードにも迅速に対応できるようになったのもこの構造の利点である。

3.4 自己診断・保護機能

OAツールとしての位置づけであるOA用PCと異なり、システムの一部となり、無人状態での動作が原則である産業用途では、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要である。

FA3100の場合、前述した温度センサのほかにもファン停止検出、2段階WDT(Watched Dog Timer)などの自己診断機能や、リモートイニシャライズ、デジタル入出力など、従来の産業用コンピュータと同等の産業用途向け各種付加機能をもたせている。

また、寿命品であるハードディスクのデータ保護を目的としたミラーリングユニットも用意した。ディスクバックの特長を生かしたまま、ディスクのミラーリングを行うことができるようになっている。

4 あとがき

FA3100とOA用PCの違いを中心に述べた。産業用PCもOA用PCと同様、まだまだ発展途上の段階にあり、今後とも適用分野の拡大、仕様の拡張が続いていくことが予想される。自己診断機能をはじめとする産業用途向けの拡張機能も現在は各社が独自に開発を行っているが、これらの標準化への要望も強くなってきている。当社は、FA3100の拡張機能については、仕様の公開とともに他社とも共同して標準化を進めていく予定である。

今後ともユーザーの立場にたって産業用PCの開発を続けていく所存である。

文 献

- (1) 桑野雅彦：産業用パーソナルコンピュータFA3100におけるEMI対策、電磁環境工学情報、81、pp.31-35(1995)
- (2) 桑野雅彦：ノイズを考慮した産業用パソコンの開発、電磁環境工学情報、106、pp.26-35(1997)



桑野 雅彦 Masahiko Kuwano

府中工場 マイクロエレクトロニクスシステム機器部主務。
産業用コンピュータのハードウェア開発・設計に従事。
Fuchu Works



佐藤 勝也 Katsuya Sato

府中工場 マイクロエレクトロニクスシステム機器部主務。
産業用コンピュータの基本ソフトウェア開発・設計に従事。
Fuchu Works



高橋 康男 Yasuo Takahashi

電機計装機器事業部 電機計装機器プロダクトマーケティング部主務。
産業用コンピュータの企画・立案業務に従事。
Control & Instrumentation Div.