

一般論文

システム オン モジュール

System-On-Module

大谷潤一郎 *
Jun-ichiro Otani

* プロダクト本部 システムプロダクト事業部 第一技術部

システム オン モジュールとは、CPU およびチップセット部を小型のモジュールに高密度集積した製品である。

このシステム オン モジュールの新製品および、その応用製品について紹介する。

The System-On-Module is a product, which has accumulated high density of the CPUs and chip-sets on a small module. This article describes the new System-On-Module product and its applied products.

1 まえがき

PFU は、PC-AT アーキテクチャの CPU およびチップセット機能を高密度実装技術により小型のモジュールに凝縮したシステム オン モジュールを 1995 年より提供してきた。今回、システム オン モジュール¹⁾の新製品を追加するとともにシステム オン モジュールを使用した応用製品の提供を開始した。

2 開発の背景とねらい

2.1 システム オン モジュール

OS やソフトウェア資産の多さから、組み込み市場でも PC-AT アーキテクチャの採用が増えている。しかし、マザーボード製品が市場に存在するが、大きさや機能がシステム要求に合わなければ活用できない。一方で、CPU やチップセット部は年々複雑さを増しており、手間の掛かる BIOS 開発を含めて開発期間・費用は増大している。これに対し、CPU やチップセット部を自社開発しても、標準品のため差別化が難しく、メリットが少ないのが現状である。

この問題を解決するため、システム オン モジュールは開発された。CPU やチップセット部を小型に凝縮したシステム オン モジュールを使用することにより、右記のようなメリットがある。

- (1) CPU やチップセット部の開発を省ける
 - 1) 開発期間，費用，リスクの低減
 - 2) CPU やチップセット部ではなく，差別化となるコア技術の開発にリソースを集中可能。
- (2) モジュール交換によるアップグレードが可能
CPU だけでなくチップセットが変わった場合でもモジュールを交換するだけでアップグレードが可能。
- (3) 小型システムの構築が可能
 - 1) 小型のシステム オン モジュールを使用することにより，システムの小型化が可能。
 - 2) 効率の良い放熱設計により，小型システムで問題となる熱設計の容易化を実現。
 - 3) 低消費電力設計により，ファンレスシステムの構築が可能。
- (4) 長期供給，高信頼性
 - 1) Intel 社^{注1)}と協力して，長期供給を保障。
 - 2) 長年のサーバ技術で培った設計技術により，高い品質と信頼性を実現。PFU のシステムボード製品のテクノロジーについて図 - 1 に示す。

2.2 キャリアボード・システム製品

システム オン モジュールだけでなく，さらに早くシ

注 1) Intel は、Intel Corporation の登録商標である。

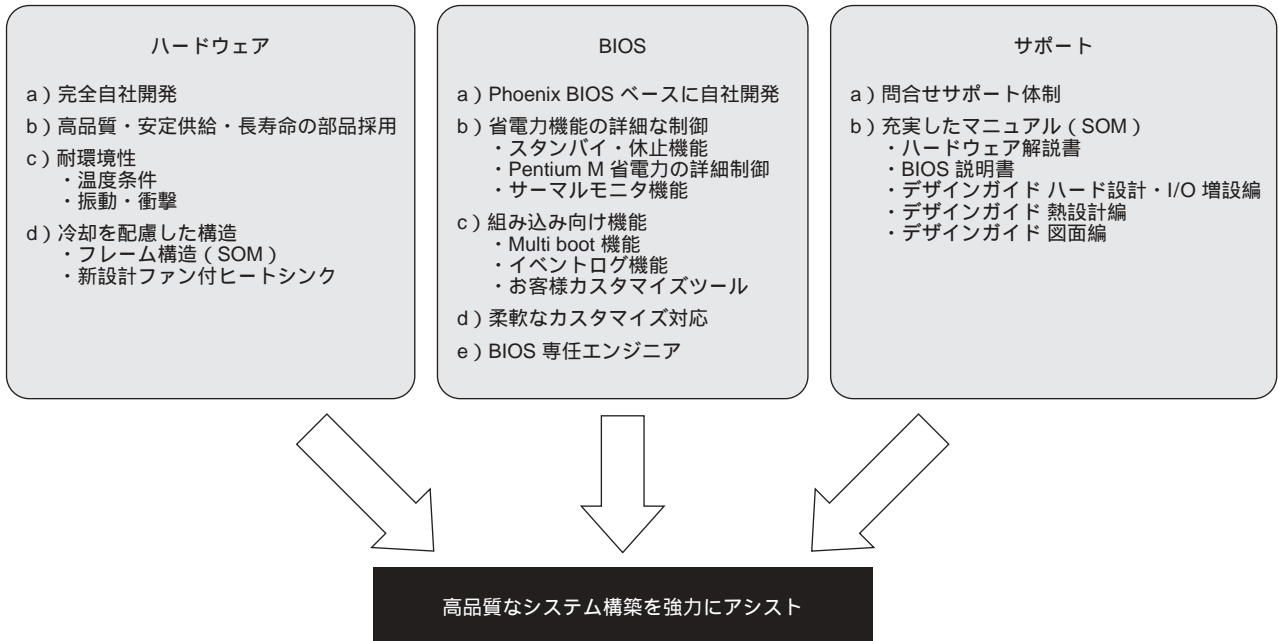


図 1 システムボード製品のテクノロジー
(Fig.1-Technologies related to system board products)

システムを構築したいという要求も大きい。これに応えるため、システム オン モジュールを搭載して使うことのできるキャリアボード製品とシステム製品の本格的な提供を開始した。

これらの製品を使用することにより、システム オン モジュールのアップグレードや小型といった特長を持ったシステムを短期間に、低コストで開発可能である。

(1) システム製品

システム オン モジュールをキャリアボードに搭載し、筐体に収めた小型システムを提供する。長期供給や高信頼性を特長とした組み込み市場に合致したシステムを構築可能である。

(2) キャリアボード製品

PFU では、システム オン モジュールを搭載可能なキャリアボード製品を提供する。このキャリアボード製品とシステム オン モジュールを組み合わせることで、短期間に好みの形状のシステムが構築可能である。

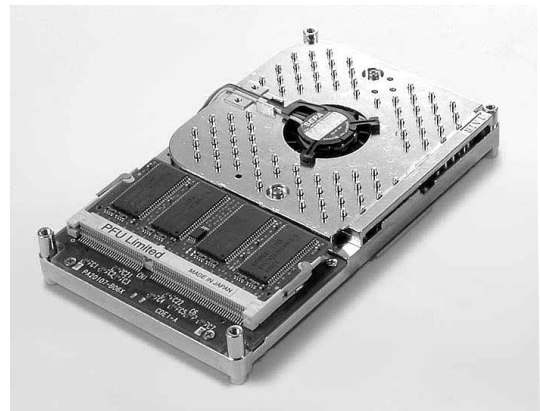


図 2 PD2200 シリーズ外観
(Fig.2-PD2200 series appearance)

また、新 PD2200 シリーズの仕様概要を表 - 1 に示す。

3.1.1 開発のねらい

組み込みシステムにおいては、性能の向上に対して熱設計、電源設計を複雑にする消費電力の低減が求められている。特にシステムによっては、定期的な交換が必要なファンの削除が求められている。このような要望に応えるため、低消費電力を実現した新 PD2200 シリーズを開発した。また、耐熱環境性を強化し、ファンを取り除いたファンレスモデルを提供開始する。

3 システム オン モジュールの概要と特長

3.1 新 PD2200 シリーズ

図 - 2 に新 PD2200 シリーズの外観を示す。

表 1 PD2200 シリーズ仕様概要

製品型名		PD-222AV0D1B	PD-222AQ0D1B	PD-222AP0D1B/PD-222AP0D1C
CPU		低電圧版 Intel Pentium III プロセッサ 933 MHz	超低電圧版 Intel Celeron プロセッサ 650 MHz	超低電圧版 Intel Celeron プロセッサ 400 MHz
主記憶容量		内蔵 0 MB, SO-DIMM (SDRAM) により最大 512 MB まで搭載可能		
キャッシュ		L1-32 KB L2-512 KB	L1-32 KB L2-256 KB	
フラッシュ ROM		512 KB (BIOS 格納専用)		
表示制御	グラフィックコントローラ	チップセット内蔵 (VRAM はメインメモリ使用)		
	CRT 最大解像度および表示色	1 280 × 1 024 dot : 1 677 万色 1 600 × 1 200 dot : 256 色		
	LCD 最大解像度および表示色	カラー TFT (最大 18 ビット, 1 024 × 768 dot) : 262 144 色		
外部バス	PCI	PCI Rev2.2, 3.3 V, 33 MHz		
	X-Bus	ISA バスサブセット (8 ビットデータバス, DMA サポートなし)		
I/O インターフェイス	シリアル	2		
	パラレル	1 (SPP, EPP および ECP サポート)		
	FDD	1 (2 Mode, 2 台接続可)		
	IDE	1 (2 台接続可, PIO4, Bus Master IDE, ULTRA DMA / 33 / 66 / 100)		
	キーボード	1 (PS/2 タイプ)		
	マウス	1 (PS/2 タイプ)		
	USB	2 (USB1.1)		
	CRT	1		
	LCD	1 (CMOS)		
	ブザー	あり		
	LAN	1 (10 / 100 BaseTX, 外部 PHY 要)		
	オーディオ	あり (AC97 Link V2.1, 外部オーディオ - CODEC 要)		
	外形寸法		76.2 × 127 × 18 mm	
重量		210 g 以下		
動作周囲温度		0 ~ 50 °C		
最大消費電力 (測定最大値)		22.0 W	15.0 W	10.8 W

3.1.2 製品概要

Intel 社 815E チップセットを用い、低電圧版 Pentium III^{注2)} 933 MHz, 超低電圧版 Celeron 650 MHz, 400 MHz の 3 種の CPU を搭載し、性能強化、新機能追加を図りつつ低消費電力を実現した製品を開発した。新 PD2200 シリーズは、従来の PD2200 シリーズと同じ外形寸法のため基本的にキャリアボードを変更することなく、従来の PD2200 シリーズと交換して使用可能である。

注2) Pentium は、Intel Corporation の登録商標である。

また、超低電圧版 Celeron 400 MHz モデルでは、ファンユニットを搭載しないファンレスモデルを提供する。

3.1.3 特長

(1) 低消費電力

低電圧版、および超低電圧版 CPU を採用し、最適な電力回路設計を行うことにより従来 PD2200 に対し同等の処理性能でも低消費電力を実現した。例えば、新 PD2200 シリーズの超低電圧版 Celeron 400 MHz モデルは、従来 PD2200 シリーズ Celeron 400 MHz モデルに対し、性能を向上しながら実測最大消費

電力は 29 %^{注3)} 低減している。

(2) 性能向上

従来 PD2200 シリーズでは、CPU 動作周波数は最も高速なもので 700 MHz であったのに対し、新 PD2200 シリーズでは 933 MHz に引き上げた。特に新 PD2200 シリーズ 933 MHz モデルにおいては CPU の 2 次キャッシュ容量を倍増 (512 KB) し、FSB (CPU バス) および Memory 周波数を従来の 100 MHz から 133 MHz に高速化することにより、従来 PD2200 シリーズ 700 MHz モデルに対し、58 %^{注4)} の高速化を実現した。

また、IDE インタフェースにおいても従来 PD2200 シリーズでの ATA33 から ATA100 に高速化し、ディスク転送性能向上を実現した。

(3) 新機能追加

今回、新たに LAN 機能およびオーディオ機能が PD2200 新シリーズに追加された。LAN 機能では外部に PHY (物理層コントロール) チップを搭載することで 10/100Mbps のネットワーク機能を実現できる。また、オーディオ機能では外部に CODEC チップを搭載することで、オーディオ入出力機能が実現可能である。

これにより、従来 LAN コントローラおよびオーディオコントローラを PCI バスに接続していたのに対し、小型化および低価格化を実現すると同時に PCI デバイスの接続数に影響を与えることなく両機能の追加が可能である。

3.2 PD2300 シリーズ

図 - 3 に PD2300 シリーズの外観を示す。

また、PD2300 シリーズの仕様概要を表 - 2 に示す。

3.2.1 開発のねらい

近年、組み込み用製品においても必要とされる性能は高まっている。特にマルチメディア関連での動画再生やネットワーク機器での高速伝送などの分野で顕著である。一方で、CPU の消費電力は増加を続けている。

これに対応するため、大幅な性能向上を図りつつ組み込み機器での使用が可能な低消費電力を実現したシステム オン モジュール PD2300 シリーズを開発した。

3.2.2 製品概要

Intel 社 855 GME チップセットを用い、Pentium M 1.6 GHz、低電圧版 Pentium M 1.1 GHz の 2 種の CPU を搭載し、大幅な性能強化を図った PD2300 シリーズを新たに開発した。Pentium M を使用したモジュールとしては、他社に先駆けるものである。

3.2.3 特長

(1) 消費電力制御

PD2300 シリーズでは、CPU の動作周波数および動作電圧を動的に変更可能である。これによりアプリケーションに応じた最適な性能、消費電力の選択が可能となっている。この結果、バッテリー駆動時間を延ばし、熱設計の自由度を高めることが可能となっている。

1) BIOS 設定により、動作周波数を細かく設定可能。

a) CPU がサポートしている動作周波数のうち、推移が可能な周波数を設定可能。

b) CPU の動作周波数が変化してはいけなアプリケーションの場合、動作周波数を固定することが可能。

2) アプリケーションの負荷に応じて、自動的に CPU の動作周波数を変更可能。

3) CPU 温度が上昇した場合、周波数を下げること温度を下げる事が可能。

(2) 高性能

PD-2300 では、CPU 動作周波数の高速化だけでなく 1 MB の大容量 2 次キャッシュや効率の良い命令実行により、Pentium 4 2 GHz 並みの性能を 1.6 GHz モデルにて達成している。また、従来 PD2200 シリーズに比べ FSB で 4 倍 (400 MHz) およびメ

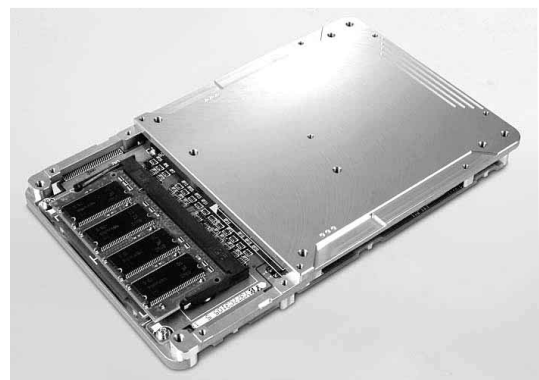


図 3 PD2300 シリーズ外観
(Fig.3-PD2300 series appearance)

注 3) 弊社環境による測定結果。

注 4) HDBench2002 による弊社測定結果。

表 2 PD2300 シリーズ仕様概要

製品型名		PD-232BY0D1	PD-232BW0D1
CPU		Intel Pentium M プロセッサ 1.6 GHz	低電圧版Intel Pentium M プロセッサ 1.1 GHz
主記憶容量		内蔵 0 MB, SO-DIMM (DDR) により最大 1 GB まで搭載可能	
キャッシュ		L1-64 KB, L2-1 MB	
フラッシュ ROM		1 MB (BIOS 格納専用)	
表示制御	グラフィックコントローラ	Intel エクストリームグラフィック (チップセット内蔵, VRAM はメインメモリ使用)	
	CRT 最大解像度および表示色	1 600 × 1 200 dot : 1 677 万色	
	LCD 最大解像度および表示色	カラー TFT (最大 18 ビット, 1 024 × 768 dot) : 262 144 色	
外部バス	PCI	PCI Rev.2.2, 3.3 V, 33 MHz	
	X-Bus	なし (LPC I/F あり)	
I/O インター フェース	シリアル	2	
	パラレル	1 (SPP, EPP および ECP サポート)	
	FDD	1 (2 Mode, 1 台接続可)	
	IDE	2 (4 台接続可, PIO4, Bus Master IDE, ULTRA DMA / 33 / 66 / 100)	
	キーボード	1 (PS/2 タイプ)	
	マウス	1 (PS/2 タイプ)	
	USB	6 (USB2.0)	
	CRT	1	
	LCD	1 (LVDS)	
	ブザー	あり	
	LAN	1 (10 / 100 BaseTX, 外部 PHY 要)	
	オーディオ	あり (AC97 Link V2.1, 外部オーディオ - CODEC 要)	
	外形寸法		100 × 160 × 13.5 mm (本体のみ)
重量		230 g 以下	
動作周囲温度		0 ~ 50 °C (専用ファンモジュール (オプション) 使用時)	
最大消費電力 (測定最大値)		44.8 W	24.6 W

モリで 3.3 倍 (333 MHz) 周波数が向上している。

また, 1 GB まで搭載可能な DDR メモリや 3D 機能を含めて大幅に強化されたグラフィック機能により, 飛躍的な性能向上を果たしている。

(3) 新機能追加

新たに USB2.0 機能と DVO 機能が追加された。USB2.0 機能により, 外部機器との高速な接続が可能となる。DVO インタフェースは, 増えつつある様々なビデオインタフェース規格に対応可能であり, 特に大型高解像度 LCD パネル等の接続に今後重要となるものである。

4 キャリアボード・システム製品

4.1 システム製品

(1) 開発のねらい

システム オン モジュールを使用したすぐに使えるシステムが欲しいという声に応えるため, システム製品の提供を開始した。この製品を使用することで, アップグレード可能や高信頼性といったシステム オン モジュールの特長を生かしつつ, ソフトウェアを組み合わせることで短期にシステムの構築が可能となった。

エンベデットコンピュータ KG シリーズという名称にて PD2200 シリーズを使用したシステムを提供して

おり、今後、種類の追加や PD2300 シリーズを使用したシステムを提供していく。

図 - 4 にエンベデットコンピュータ KG シリーズの外観を示す。

(2) 製品概要

エンベデットコンピュータ KG シリーズは、システム手帳サイズ (170 mm × 135 mm × 58.5 mm) の小型筐体に PD2200 シリーズを内蔵し、PC 機能を実現している。

- 1) 超小型筐体ながら、USB2.0、Card-Bus、CompactFlash といった拡張可能なインタフェースを豊富に持つ。
- 2) 組み込み市場で重要な長期供給、長期保守を特長としており、安心して使っていただける製品となっている。
- 3) 厳しい動作環境 (温度、振動) にも耐えられるよう設計されている。

4.2 キャリアボード製品

(1) 開発のねらい

筐体は独自形状にしたいが、システム オン モジュールを使用して早急にシステムを構築したいという声に応えるため、キャリアボード製品の提供を開始した。このキャリアボードの搭載可能な筐体を設計することで、形状の自由度の高いシステム構築が短期で可能となった。

(2) 製品概要

ネットワーク市場を意識したキャリアボード (PD-2271NC2) を提供している (図 - 5 参照)。

1) LAN 2 ポート、オーディオ、シリアル 4 ポートといった組み込みシステムで必要とされる豊富な機能を小型基板に搭載している。

2) コネクタ部を分離してケーブル接続とし、筐体に合わせて変更が可能。

3) 長期供給が可能。

今後、市場のニーズに合致した様々なキャリアボードを提供する予定である。

5 むすび

システム オン モジュールは短期開発、長期供給、高信頼性といった組み込み市場における要件を満たしつつ、新製品の投入により幅広い選択が可能となった。さらにキャリアボード製品やシステム製品を加え、お客様の様々なニーズにお応えできるラインナップを整えている。

今後も、PCI Express バス規格を採用した高性能システム オン モジュールや様々なキャリアボード・システム製品を開発し、お客様のご要求に応えられる製品を提供する予定である。

お客様がコア技術にフォーカスすることで成功を収められるように、PFU は CPU やチップセット技術をシステム オン モジュールを通じて提供し、組み込み市場におけるベストパートナーを目指していく。

参考文献

- 1) システム オン モジュールホームページ
<http://www.pfu.fujitsu.com/prodes/product/cardpc/cardpc.html>



図 4 エンベデットコンピュータ KG シリーズ外観 (Fig.4-Embedded computer KG series appearance)

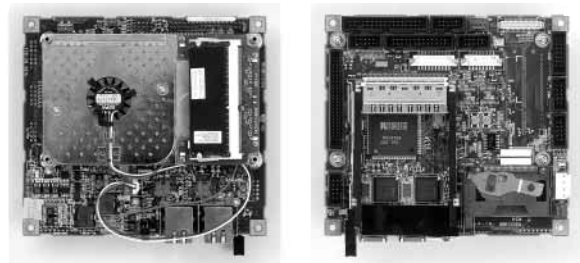


図 5 キャリアボード (PD-2271NC2) 外観 (Fig.5-Carrier board (PD-2271NC2) appearance)