

# ボードコンピュータ AM500 シリーズ

## Single Board Computer AM500 Series

山川裕也 \*  
Hiroya Yamakawa

鍋谷栄展 \*  
Hidenobu Nabetani

中井清元 \*\*  
Kiyomoto Nakai

\* プロダクト本部 システムプロダクト事業部 第二技術部

\*\* プロダクト本部 実装技術部

組み込み向け標準規格ボードコンピュータとして AM500 シリーズを開発した。

本ボードは組み込み向け PCI 製品の国際的標準作りを目的とする標準化団体 PICMG の標準規格に準拠した CPU ボードで、これまでの独自仕様から標準化したことで低価格化を実現した。また拡張性と信頼性を備えて、主に産業分野での使用に適している。

The AM500 series was developed as a standard single board computer for embedded use.

This CPU board series was developed in compliance with PICMG standards. PICMG is an international consortium to develop open specifications for PCI products for embedded use. By shifting from the original specifications to the standards, a price reduction was achieved. In addition, the board offers high extensibility and reliability for industrial users.

## 1 まえがき

PFU は組み込み用途向けとして、標準フォームファクタ<sup>注1)</sup>を持つボードコンピュータ製品を 2003 年より提供しており、組み込み用 PC、サーバ、産業用制御機器やネットワーク機器などに採用されている<sup>※1)</sup>。

今回、PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group) 標準規格に準拠した新製品である AM510、AM530 を販売開始した。本稿では PICMG 標準規格の概略をはじめ、各ボード開発の特長、開発手法改善について紹介する。

## 2 開発の背景とねらい

### 2.1 開発の背景

組み込み市場の中でも産業用機器（製造装置、試験装置、計測装置等）のような用途では拡張性、信頼性、低価格が要求されるため、標準フォームファクタを持つ PFU ボードコンピュータ製品で顧客要求に十分応えら

注 1) フォームファクタはボード全体の形状やサイズ、コネクタやスロット位置など外形の主要部分の仕様を定めたものを意味する。

れない場合がある。

このような市場では PICMG 標準規格に準拠したシングルボードコンピュータが多く採用されており、PFU の製品ラインナップの拡充の必要性に迫られた。

### 2.2 PICMG 規格

PICMG とは広く普及している PCI カード製品を産業用システムで利用することを目的としたシングルボードコンピュータ、バスインターフェースの標準規格であり、同名の規格策定団体 PICMG により策定されている。標準規格に準拠することにより、開発効率化や入手性向上とコストダウンを図ることができる。

代表的な PICMG 規格は以下の通り。

#### (1) PICMG1.x

カードエッジタイプのシングルボードコンピュータであり、PCI/ISA バスに対応した PICMG1.0 規格と PCI-X バスに対応した PICMG1.2 規格がある。広く普及している PCI カードや ISA カードを使えることが特徴であり、バックプレーンに対して全てカードエッジタイプのボードを挿抜する構造により信頼性と作業性の向上が図られている。

( 2 ) PICMG2.x

別名, CompactPCI と呼ばれる。ボードは HM コネクタでバックプレーンに搭載される構造をとり, PCI バスにより接続される。冷却性の良いシャーシとホットスワップ構造により信頼性と作業性の向上が図られている。

( 3 ) PICMG3.x

別名 AdvancedTCA ( ATCA ) と呼ばれる。通信分野向けに冗長性を重視した仕様が盛り込まれているのが特徴。

ボード間の通信には高速シリアルインターフェース (イーサネット, PCI Express, InfiniBand) が規定され, バックプレーンとは HMZD コネクタで接続される。

2.3 開発のねらい

標準フォームファクタのボードコンピュータ製品でカバーし切れない PICMG 規格ボード市場に新規参入し, 組み込み市場においてより最適なソリューションを提供するため, AM500 シリーズを開発した。

3 AM500 シリーズ製品概要と特長

3.1 AM510

( 1 ) PICMG 1.2 規格準拠

AM510 は PICMG 1.2 ( ePCI-X ) に準拠したハーフサイズシングルボードコンピュータである。バックプレーンは, 64 bit/66 MHz PCI-X バスに対応し, 高性能な PCI-X カードと接続可能。

( 2 ) 豊富なインターフェース

コンパクトなボードサイズに, 10/100Base-TX 2 ポート, シリアル ATA 2 ポート, シリアル 4 ポートを始め豊富なインターフェースをサポートしており, 幅広い用途へ適用が可能。

( 3 ) 拡張性

様々なバックプレーンとシャーシを組み合わせることで, IO カード数を容易に拡張でき, 様々な装置形状に対応可能となる。

( 4 ) 高性能・低消費電力

Pentium<sup>注2)</sup>M を採用することで CPU の動作周波数及び動作電圧を動的に変更し, アプリケーションの負荷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。これにより低消費電力を実現している。

表 - 1 に AM510 の基本仕様を, 図 - 1 に外観を示す。

表 - 1 AM510 基本仕様

機 能	内 容		
型名	PD-AM510A	PD-AM510B	PD-AM510C
対応 CPU	Intel <sup>注1)</sup> Pentium M プロセッサ 1.6 GHz	Intel Celeron M プロセッサ 320 ( 1.3 GHz )	超低電圧版 Intel Celeron M プロセッサ 600 MHz
チップセット	Intel 855GME + 6300ESB		
FSB	400 MHz		
メモリ	DDR200 / 266 / 333 Unbuffered ECC 又は non-ECC DIMM x 1 ( max : 1 GB )		
表示機能	855GME 内蔵グラフィックコントローラ		
I / O	CRT ( VGA )	1	
	LCD ( LVDS )	1	
I / O	LAN	10 / 100Base-TX x 2	
	シリアル	4 ( Header x 3 含 )	
	パラレル	1 ( Header )	
	キーボード	1 ( PS/2 )	
	マウス	1 ( PS/2 )	
	USB	4 ( USB 2.0 ) ( Header x 2 含 )	
	IDE	ATA100 x 2	
	シリアル ATA	2	
I / O	FDD	1	
	PCI ( バックプレーン )	PCI-X 64 bit / 66 MHz 3.3 V x 2 Slot 及び 2 Device もしくは, PCI 64 bit / 33 MHz 3.3 V x 4 Slot	
BIOS	Phoenix BIOS		
RAS 機能	CPU 温度監視 / FAN 監視 / 電圧監視 ( 専用ソフトウェアによる状態表示, 異常通知 )		
対応 OS	Windows <sup>注2)</sup> 2000 / Windows XP / Red Hat <sup>注3)</sup> Linux		
フォームファクタ	Half-Size ePCI-X System Host Board ( PICMG 1.2 )		
外形寸法 ( mm )	121.92 ( W ) x 191.03 ( D )		

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

注 2 ) Windows は, 米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標である。

注 3 ) Red Hat は米国その他の国で Red Hat Inc. の登録商標又は商標である。

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



図 1 AM510 の外観  
( Fig.1-Appearance of AM510 )

### 3.2 AM530

Intel 社 855GME チップセットを用い、Pentium M CPU を搭載した省電力で高性能な CPU ボード (以降、本ボード) である。

#### 3.2.1 特長

##### (1) PICMG2.0 規格準拠

PICMG2.0 規格に準拠しており、バックプレーンには PCI33MHz32bit を持ち、PCI カードを最大 7 枚接続可能。

表 - 2 に AM530 の基本仕様を示す。

##### (2) 豊富なインターフェース

PICMG2.0 ではフロント、リア、オンボードにそれぞれインターフェースが持てる。

AM530 ではフロントに VGA, DVI, USB, ギガビットイーサネット, KB, マウス, シリアル。

リアに LVDS, USB, シリアル, IDE, FPD。

オンボードに PMC スロット, SATA, IDE, USB, FPD, シリアルが接続可能となっている。

##### (3) 高性能・低消費電力

Pentium M を採用したことで CPU の動作周波数及び動作電圧を動的に変更し、アプリケーションの負荷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。これにより低消費電力を実現している。

#### 3.2.2 AM530 開発の主なポイント

##### (1) 高温環境対応

高性能な CPU を搭載しながら設置環境温度 65 を実現している。Intel Pentium M 1.6 GHz を環境温度 65 で使用するには、CPU から出る発熱量 24.5 W (Intel が規定している熱設計上の発熱量) の熱を常に 100 以下に抑える必要があり、CPU の温度上昇は 35 以下に冷却設計しなければならない。CPU の最高速度を維持して使い続けるため、強力な冷

却能力が必要になる。

一般のマザーボードの CPU 冷却は、CPU クーラーを搭載し、薄い伝熱シートを挟んで、強力な風を当てて冷却している。しかし本ボードはスロット幅の制約があり、CPU クーラーを搭載することは難しい。そこで、外部から強制的に風速を得る方法を採用している。

CPU の冷却は、通常アルミニウム製ヒートシンクを採用するのが一般的であり、コスト、放熱性能、重さ等を考えると優れた放熱材料である。しかし本ボードでは放熱性能を満たさない。銅製ヒートシンクでは性能を満足するが、コストが高く、重さもアルミの 3 倍以上になり採用は難しい。本ボードは両方の長所を生かした次のヒートシンクを採用した。アルミ製ヒートシンクに銅の平板を埋め込んだハイブリッドヒートシンクである。これにより放熱性能を満たし、かつ軽量化を実現した。次に CPU のチップ表面とヒートシンクの間隙を埋める材料として伝熱シートを採用している。CPU の接点である半田ボールに力を加えないため (力を加えると半田クラックによる接点不良の恐れがある) と、CPU とチップセットの二つを一つのヒートシンクで冷却するためと、高さの違いによる放熱性能のばらつきを抑えるためである。

当社は熱シミュレーションを行い最適な冷却構造を決めている。本ボードも平均風速 2 m/秒あれば、CPU の最高速度を維持して使用出来るように冷却設計している。もちろん、最終的には風洞設備を使い風速条件を変えた温度評価を実施、目標の冷却性能を満たしているかを確認している。

図 - 2 は冷却機構部品を示す。

また、図 - 3 は、最終レイアウトでの熱解析モデルと温度分布を示す。この図から CPU の温度上昇は 35 以下に抑えられていることが分かる。

##### (2) 信頼性及び設計効率向上

###### 1) 階層設計手法を採用

すでに製品量産化されているシステム オン モジュール<sup>注3)</sup> PD2300 シリーズの開発資産をベースに開発効率を上げるため、既存製品の回路を機能単位に細分化したブロック単位で流用する階層設計手法を採用した。これにより、高信頼性を確保している。

また、今後類似製品を開発する場合に、そのままブロックとして利用可能で効率的な開発を行える。

注3) システム オン モジュールは、最新の高密度実装技術を駆使し、Pentium プロセッサ対応マザーボード機能を小型パッケージに凝縮したものである。

表-2 AM530 基本仕様

項 目		仕 様
型名		PD-AM530
サポート CPU		Intel Pentium M 1.6 GHz / 1 MB / FSB400
搭載プロセッサ数		1
システムバス		FSB 400 MHz
チップセット		Intel 855GME チップセット 855GME GMCH, 6300ESB
キーボード / マウスコントローラ I/O コントローラ		Super I/O SMSC 製 LPC47M107
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ス 2 (GMCH 内蔵)
LAN コントローラ		Intel 82546GB
メインメモリ		1 スロット, DDR 333 (PC2700) SO-DIMM, ECC 付きまたは ECC なし, 最大 1 GB 搭載可能
VRAM		最大 64 MB (メインメモリ使用)
拡張バス スロット	PCI	33 MHz / 32 bit 5 V Backpanel 出力 最大 7 スロット
	PCI-X	66 MHz / 64 bit 5 V PMC スロット × 1 (OnBoard オプション)
インター フェース	IDE	パラレル ATA100 × 2, Primary : OnBoard, Secondary : Rear (J4 オプション)
	SATA	シリアル ATA × 2 OnBoard × 1 (オプション), Rear × 1 (J5 オプション)
	LAN	10BASE-T / 100BASE-TX / 1000BASE-TX × 2 ポート
	USB 2.0	4 ポート Front × 4, Rear × 2 (J5, Front 2 ポートと排他, オプション)
	シリアル	4 ポート Front × 2, Rear × 2 (J5, オプション)
	フロッピーディスク ドライブ	1 OnBoard × 1 (オプション), Rear × 1 (J4 OnBoard と排他, オプション)
	マウス	PS/2 タイプ × 1 ポート
	キーボード	PS/2 タイプ × 1 ポート
	GPIO	5ポート Rear × 5 (J4, J5オプション)
	ディスプレイ	855GME 内蔵 (エクストリームグラフィックス 2), VGA × 1 Front, DVI-D × 1 Front (オプション), LVDS × 1 Rear (J4 オプション)
対応 OS		Red Hat Linux / Windows 2000 / Windows XP
ボードサイズ (W × D)		160mm (W) × 233 mm (D), ダブルスロット
重量		約 394 (g) (ボードのみ)
環境条件	温度 ( )	0 ~ 65 (風速条件あり)
	湿度 (%)	20 ~ 80 % RH

図 - 4 は階層設計手法の手順を示している。新規開発ボードの仕様を、共通化対象のボード仕様と照合し、共通化可能な場合は、共通化範囲を絞込み、共通化する回路ブロックを一つ又は複数個特定する。しかるのうち、特定した回路ブロックごとに、その回路図、配置、配線の設計データをライブラリ化し、新規開発ボード設計に適用する。

また、図 - 5 は、AM530 の開発に流用した元

データのボード外観を、図 - 6 は、AM530 のボード外観との共通部を示す。

## 2) 階層設計手法によるメリット

配置・配線を流用容易であることから次のことが言える。

a) ブロック単位で配置 (移動, 回転) 可能

ブロック単位で配置ができるため、ユーザー仕様ボードの形状に対して柔軟に対応できる。

また、配線も含めてライブラリ化されているため配線設計期間も大きく短縮できる。

b) カスタム対応が容易

類似仕様ではボード形状の変更が容易で、ユーザー仕様へのカスタム対応がし易い。なお、CPU コアブロックのライブラリは、CompactPCI の 6U と 3U タイプ両方に適用可能である。図 - 7 は、

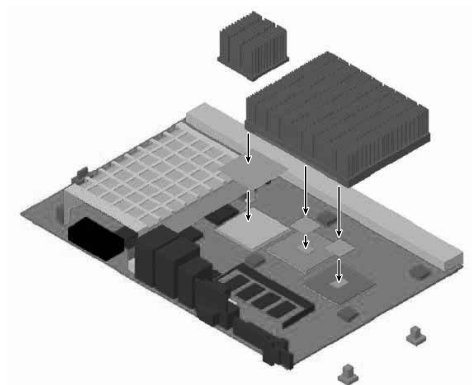


図 2 冷却機構部品搭載イメージ  
( Fig.2-Image of cooling mechanism parts installation )

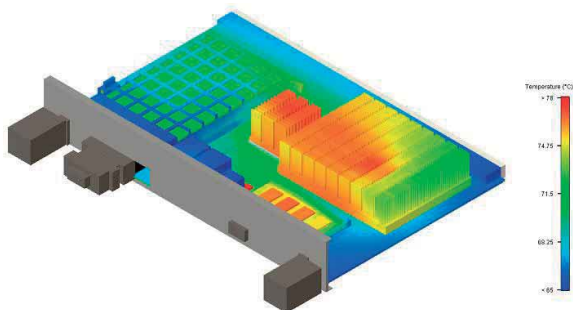


図 3 最終レイアウトの熱解析モデルと温度分布  
( Fig.3-Thermal analytical model and temperature distribution of the final layout )

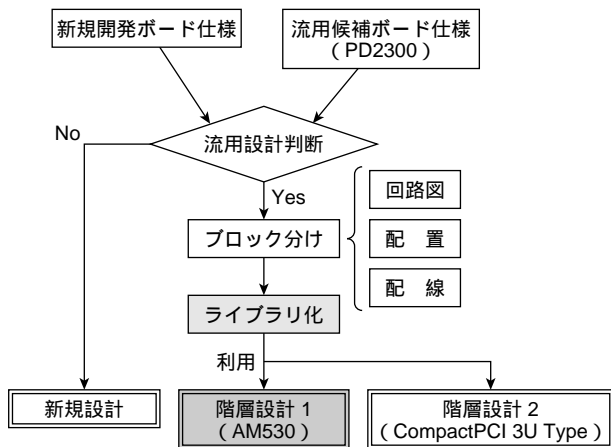
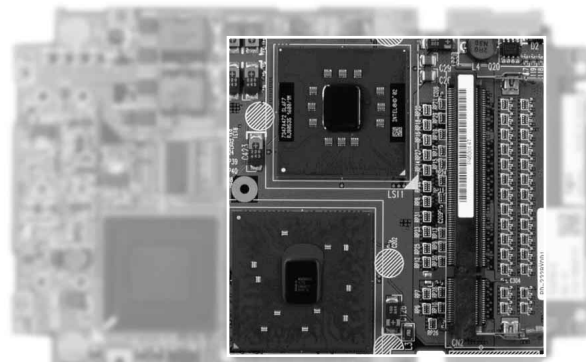


図 4 階層設計手順  
( Fig.4-Layer design procedure )

3U タイプへの適用例を示す。

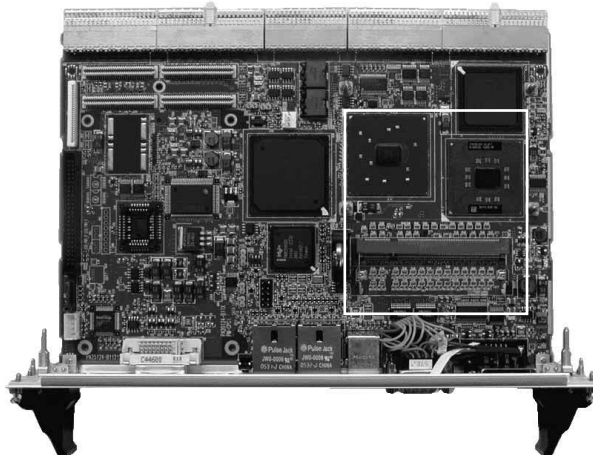
c) ブロックの一元管理

ブロック回路図を共通ライブラリとすることで、版数管理を一元化でき、設計品質の向上ができる。



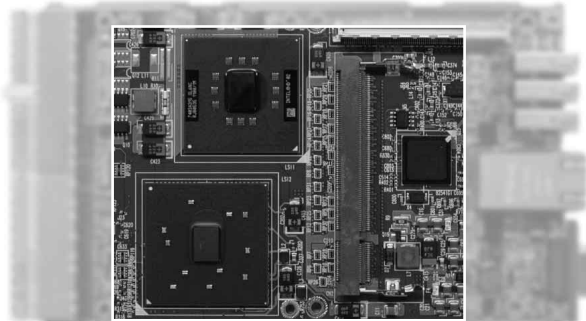
注) 太い枠で囲んだ部分が共通データ部

図 5 元データとして使用した配置・配線図  
( Fig.5-Layout and wiring diagram used for the original data )



注) 太い枠で囲んだ部分が共通データ部

図 6 AM530 [6U タイプ] の適用箇所  
( Fig.6-Application location for AM530 [6U type] )



注) 太い枠で囲んだ部分が共通データ部

図 7 3U タイプへの適用例  
( Fig.7-Application example to 3U type )

### 3.3 AM500 シリーズ共通の特長

#### (1) 柔軟なソフトウェアサポート

OS 及び BIOS のカスタマイズによる柔軟な対応に加え、遠隔にある AM500 シリーズボードコンピュータの自動運転、動作状況の監視機能を組み込みコントローラ監視ソフトウェア EmbedWare/SysMon シリーズ<sup>参2)</sup>により提供している。

#### (2) カスタムボード開発も柔軟に対応

PFU は開発製造サービス ProDeS<sup>注4)</sup>により、お客様の要求に対応したカスタムボード開発も可能である。

## 4 適用市場

製造産業関連 (半導体製造・検査、マウンター、口

注4) ODM (Original Design Manufacturing), OEM (Original Equipment Manufacture) 及び EMS (Electronics Manufacture Service) を展開する PFU のビジネス。

ポット制御、計測機)を主なターゲット市場とし、汎用性のある PCI 製品を多数搭載する製品や信頼性・堅牢性が求められる市場に適している。

## 5 むすび

PICMG 標準規格は PCI インターフェースを中心としたシステムに活用されており、バックプレーンを媒体とした拡張機能が最大の特長である。

今後、CPU・チップセット強化以外に PCI に代わるシリアル系インターフェースもサポートしお客様の性能向上ニーズに応える製品を提供する。

#### 参考文献

参1) 溜田, 松永, 芝崎: ボードコンピュータ, *PFU Tech. Rev.*, 14, 2, pp. 1-5 (2003).

参2) 番井, 吉本: 組み込みコントローラ監視ソフトウェア EmbedWare/SysMon シリーズ, *PFU Tech. Rev.*, 16, 2, pp. 51-55 (2005).