

設計と製造部門間のものづくりに関する 情報連携と製品品質の確保について

Information Coordination regarding Manufacturing between Design and
Manufacturing Departments and Product Quality Assurance

寺嶋博義 *
Hiroyoshi Terashima

宮崎 守 **
Mamoru Miyazaki

宿谷俊郎 ***
Toshirou Shiyukutani

中村清祐 ***
Seiyu Nakamura

* PFU テクノワイズ株式会社 営業技術部

** PFU テクノワイズ株式会社 品質保証部

*** プロダクト本部 実装技術部

エンベデッドコンピュータ AR シリーズは、多様な用途に対応できる CPU 処理能力や I/O インターフェースといったコンピュータとしての機能をはじめ、高信頼性、耐環境性、省スペース、静音性、長期間の供給及び保守など様々な特長をもつ。このような特長は、設計部門と製造部門とのものづくりに関する密な情報連携と製造部門での品質確保のための種々の施策により実現している。

The AR Series embedded computer has a variety of features: They include the computer functions such as the CPU capable of multi-purpose processing and I/O interface. They also include high reliability, tolerance to environmental conditions, compactness, low-noise performance, and long stable hardware supply and maintenance. These features have been attained through close information coordination regarding manufacturing between design and manufacturing departments and various measures taken by the latter to assure product quality.

1 まえがき

PFU では、エンベデッドコンピュータ（組み込み用コンピュータ）として、Pentium^{注1)}M プロセッサ搭載の高性能省電力モデル、ファンレスモデル及び IEEE1394 インターフェース搭載モデルなど AR シリーズ^{1), 2)}を提供している。

AR シリーズの一つの AR1000 シリーズは、冷却性と頑強性を兼ね備え耐環境性に優れた小型筐体に、Intel^{注2)}社製の最新プロセッサと豊富なインターフェースを搭載している。

これらの特長を実現するために、設計部門と製造部門間のものづくりに関する情報をどのように連携してきたか、製造部門側では、その製品品質確保のために、どのように対応してきたかを、具体的事例も交え説明する。

なお、以降、設計部門は PFU の設計部門を、製造部

門又は工場は PFU のビジネスパートナーの PFU テクノワイズ（以降、PTW）を指す。

2 設計と製造部門間の情報連携と品質確保

2.1 設計から製造までの工程の流れ

製品の設計から製造までの工程の流れを図 - 1 に示し、以下に図 - 1 の(1)から(6)の工程内容概略を説明する。

(1) 装置コンセプトなどの明確化

装置コンセプト、仕様案、環境条件、概略設計図面、開発工程を盛り込んだ開発指針を作成し、顧客との打合わせにより、詳細内容を明確化していく。

(2) 外観デザインの選定

本装置の外観デザイン、開発指針をもとに、機能性とデザイン性の両要素を絡めた形で、検討していく。

AR1000 シリーズの場合、図 - 2 に示すように放熱 FIN 形状、風穴の六角形形状、外観塗装が外観デザイ

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

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

ンのポイントである。

(3) 実装, 構造設計 (モデル化)

開発指針, 外観デザインをもとに装置内部の実装, 構造における基本方針を明確にし, 具体的な三次元モデルを作成する。図 - 3 に Pro/ENGINEER^{注3)} で作成した AR1000 シリーズの三次元モデルを示す。

(4) VDR の実施

三次元モデルを実機に見立てて VDR (Vertical Design Review) を実施し, 加工性, 組立性, コストダウンの観点から構造, 実装におけるフィードバック内容を明確にする。なお, VDR は加工部門側と設計部門側の両者が参加して行われる。図 - 4 は VDR で組立性を検討の際, 参照する図面の一例として AR1000 シリーズの分解モデル図を示す。

(5) 実装, 構造図面化と出図

フィードバックを終えた内容をもとにモデルの図面化 (詳細寸法表示) を行い, その図面データ (製造情報) を製造部門に提供する。図 - 5 は製造データの一つである部品の図面データの一例である。

(6) 製造

この図面データは, 部品加工メーカー又は製造部門へ

渡され部品が加工される。また, 加工された部品は工場へ納入され, 受入検査を経て最終組立工程にて装置が組立試験され顧客へ出荷される。

2.2 VDR の実施

三次元モデルを元に詳細図面作成に入る前に, 三次元

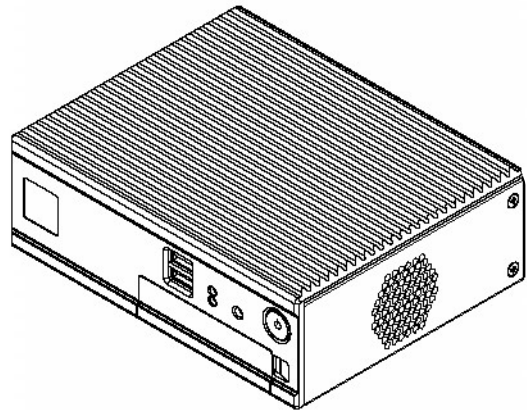


図 3 Pro/ENGINEER モデル
(Fig.3-View of the Pro/ENGINEER model)

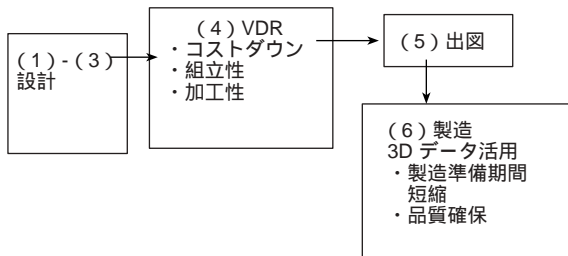


図 1 設計から製造までの工程の流れ
(Fig. 1 -Workflow from design to manufacturing)

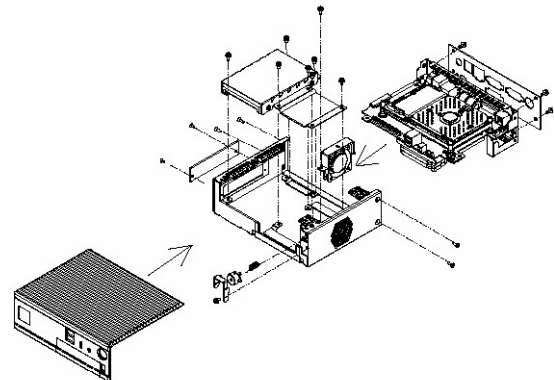


図 4 AR1000 シリーズ分解モデル
(Fig.4-Exploded view of the AR1000 Series model)



図 2 外観デザイン
(Fig.2-Outside view illustration)

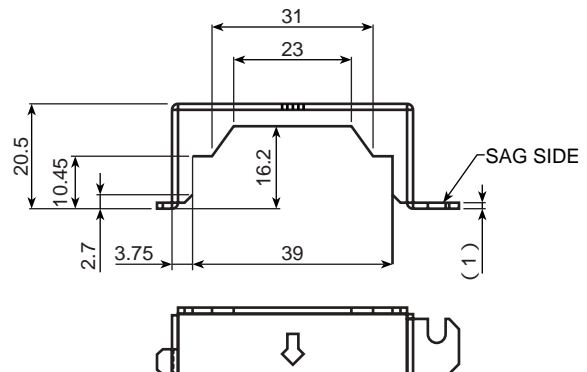


図 5 図面データ
(Fig.5-Drawing data)

注 3) Pro/ENGINEER は, 米国その他の国における Parametric Technology Corporation およびその子会社の登録商標である。

モデルによるビジュアル的な検証を行っており、設計の手戻りを防止し、開発手番を短縮している。

AR1000 シリーズの場合、表 - 1 のポイントに重点を置き、VDR によるフィードバックを行った（フィードバック結果詳細については、3.1 節参照）。

2.3 製造図面データ提供

製造図面データをもとに、高品質、短納期、低コスト化を実現するために、部品加工メーカーとのデータ連携を密にすることがポイントである。

そこで、部品加工メーカーの要求に応じたデータの提供をタイムリーに行い、加工方法の設計変更量を削減する等、設計部門側としては、以下のように対応している。

- 1) 設計部門側から製造部門へ、製造図面を提供すると同時に、製造部門内での部品の展開図作成、加工形状の検証が行われるように働きかける。これにより、部品加工の発注前に加工上の問題点が抽出でき、部品加工先へデータが提供された後での部品加工図面の変更量を最小限とする。
- 2) 部品加工メーカーからの加工方法の改善提案に回答するため、容量の軽い PDF データを使用する。
- 3) アルミ押出型部品は、部品図面に 3 次元形状が分かるよう型参考図を盛り込んだり、図面データを流用の際の変換の手間を省くため DXF データに変換し提供するなど、型図完成までの開発手番を短くする。

2.4 製造部門での情報活用と製品品質確保

製造部門では、部品加工メーカーを含め、高品質なものを納期遵守で対応していくことが恒久的な課題である。

このため源流である設計部門からの情報をいかに活用していくか、また製造現場の声を設計図面にいかに反映させていくかなどの源流改善活動が、スピード・品質・コストの面で無駄のない効果的な活動であり、重要な要素となっている。

基本である設計部門と製造部門が一体となった活動である VDR、設計情報の製造現場での有効活用、また製造現場各工程での創意工夫により、ものづくりの品質を確保してきており、これまでに築き上げてきた仕組みや特長について以下に説明する。

(1) 製造工程要所に設けた品質確保の仕組み

基本機能である部品加工、装置組立試験以外の準備作業や各種管理などの付随機能が、トータルとしての品質確保面での重要なサポート機能を果たしている。

表 1 AR1000 シリーズでの検証ポイント

分類	検証内容
小型軽量化、堅牢性	比重の小さいアルミを用いながら絞り及び曲げを多用することによる、総合的な筐体強度向上
	ユニット組立工法による小型化の推進
	ユニット組立工法による総合的な筐体強度 UP 構造
過酷な温度環境に耐えうる耐環境性（放熱性）	熱伝導率の高い材料の選択
	放熱面積を拡大させるための櫛形状の部品加工
組立性	ユニット化による組立性の簡略化
	固定方法の簡略化によるネジ本数の削減
	部品の複合化による部品点数の削減

以下に、製造部門の基本機能を含めた各工程での品質確保の仕組み・仕掛けやルールなどの特長を説明する。

1) 部品加工メーカー選定における準備作業

この作業は、設計部門から図面を受けてどこで造るかを決める作業であり、図面を 1 枚 1 枚確認して必要設備、加工手法・技術、生産量などを考慮し工場内を含めて部品加工メーカーを選定する作業である。

また、品質、コスト、納期の観点では、類似部品、サイズが同程度などによりグループ分けしてグループ単位で加工先を振り分けるグループテクノロジーの考えを取り入れて最終的に部品加工メーカーを選定している。

この作業も源流での作業であり、また選別は誰でも行えるものでなく、共通加工要素や設計図面での再度の加工性をチェックすることとなり、重要な作業となっている。

製造部門では、設計元からの加工図面情報を 3 次元データで受けており、以下の流れで部品が加工されている。

- ① 図面情報（形状データ）を各部品加工メーカーが保有している設備に対応したデータ形式に変換し、部品加工メーカーへデータを提供する。
- ② 部品加工メーカーでは、この変換された形状データを活用し、設備で加工を行うための制御データに再変換して部品加工が行われる。

ここまでの流れにおける品質確保の特徴としては、基本的には、設計元の加工形状データの変換が主であり人手作業が少ないことがあげられる。

2) 部品加工に関わる各種条件設定

部品を加工する前に、新規材料かどうかまた新規の加工技術を要するかを判断する必要があり、次に示すような特殊作業工程の場合が品質確保の上で重要となっている。

特殊工程であるスポット溶接やカシメ作業などは、各種製造条件や新規材料かどうかなどを確認してサンプル評価をしてから実際の加工に入らないと後々の品質に往々にして問題が発生する。

このため、これまでに蓄積してきた品質に関わるノウハウである工程あたり約 30 項目の品質確認項目を整理したチェックシートを作成して製造上問題ないかどうかを点検し、製造条件を整備した上で実際の加工を行っている。

ルールを決めて守るという当たり前のことを着実に実施することが基本となっており、また地道なノウハウ蓄積とその活用が重要となっている。

3) 部品加工と加工履歴管理

いつ誰が、何をどのような条件で加工したかを履歴として各工程の作業者が記入し、部品加工メーカーにて管理している。この目的は、品質に問題があった場合にどのロットが対象になっているかをさかのぼって調査が行え、対策を最小限に絞って行うために実施している。

4) 部品加工メーカーにおける出荷品質管理と工場受入検査

初回品の納入時は、各部品加工メーカーで重要寸法を記入した検査成績書を加工部品に添付して納品させるようにしており、工場でも図面を元に実測を行い受入検査を行っている。その後は、品質が安定したことを確認して、保証購入に切替えている。

また、工場内で機構品の組立を行う場合は、作業の手順を記載したわかりやすいビジュアルな「組立・検査手順書」と「検査チェックシート」を作成し運用している。目的は、変種変量生産、スポット生産などに対応するワーカーのミスを無くするためであり、可能な限り手順書をビジュアル化している。

また、外注に機構品のサブ組立を依頼する場合においても、工場内と同様な手順書のビジュアル化を指導し、品質の安定を図っている。また、検査チェックシートはものと一緒に納品するようにしており、工場での監視を行っている。

5) 装置最終組立・試験準備作業

PT 板完成品、フレーム、その他部品が工場内をはじめ各部品加工メーカーから組立試験工場へ集約されて出荷される。組立工場では、量産までには装置を組立てるための組立手順書を準備し作業者教育を行う必要がある。

また組立工場としては、教育期間の短縮や手順書そのものの作成時間の短縮で、最終的には量産立上げ期間を短くすることが使命となっており、以下の取組みを行っている。特に、大型製品などで部品点数が多い製品は、部品を写真で撮るなどして手順書を作成すると、大変な工数がかかると同時に手順書自体もわかりにくくなることから設計の 3 次元データを活用して組立順や注意事項を盛り込んだ「爆発図」^{注4)}の作成をはじめている。

これにより、手順書作成効率をあげることができ、また写真よりも見やすい手順書ができ、作業者教育面でも効率を向上させている。

6) 組立・試験作業 / 製造品質チェック / 履歴管理

装置組立試験工程では、組立～試験のチェック項目を定めたチェックシートに作業完了毎に点検記録を残すことにより装置組立品質を確認しながら品質を作り込んでいる。

また、製造履歴管理では、何号機の本体にどの版数のユニット（例えば PT 板ユニット、電源など）が組込まれているかを管理しており、フィールドでの障害発生時の追跡調査を可能にしている。

また、組立試験工場においては次項の取組みを行っており、品質安定と生産性向上を図っている。

(2) 生産方式と品質確保

製造部門の基本は、3S/5S 活動（整理・整頓・清掃・清潔・躰）であり、この活動がものづくりの原点と考えている。

3S の考えは、一般的には要るものと要らないものを分け、要らないものを捨てるということから始まるが、真意は守ることを決め、決めたことを守るということにあり、社員の意識改革が大切になる。この決めて守ることが、3S を推進する原点であり、品質面での管理ルールや製造面でのルールなどを作って、守ることに

注4) 装置構成部品が一目でわかるようにした立体的な図面（例としては図 - 4 に示すようなもの）。

も共通となるものである。工場では、このためこの 3S を進めている。

生産方式は、生産量によりコンベアライン方式、セル生産方式^{注5)}、1人1台生産方式などを選定して採用されるのが一般的である。

PTW においては、変種少量で、しかも不定期生産型が主流であり、最終組立試験ラインは、製品サイズ別の共用型のセル生産方式で、しかも非定員制での日々変動する人員配置を採用している。

この方式の特徴は、専用ライン方式に比べてスペース拡大を抑制でき、また日当たり生産量により人員数を変えることでコストの適正化を図ることができる点にある。また、この方式を採用する場合は、日単位での機種切替えに作業者が対応できなければ実現しない。このため、工場の限られた人員を有効に活用する意味も含めて、多能工化の推進が不可欠であり、新機種の計画に合わせて組立試験教育を実施している。

また、組立試験工程での品質確保面での特徴は、顧客要求数の最低数は1台であることも考慮して1台流し方式を取っており、まとめて不良を作る可能性が高く、しかも製造ラインや製造期間が長くなるロット生産方式は、採用していない。1台流しでは、仕掛り量の削減、スペースの削減、無駄な動作の削減などを実現しており効果をあげている。

3 具体的事例及び活動

ここでは設計部門と製造部門との情報連携と製品品質確保の事例を AR1000 シリーズを例に説明する。

3.1 AR1000 シリーズでの VDR 結果事例

(1) 材料選定

装置コンセプトである高剛性、小型軽量、耐環境性(放熱性)の筐体を実現するために、鋼材板金よりも比重が軽く、放熱性の高い ALL アルミ筐体を採用することにした。

(2) 加工性

筐体トップカバーは上面から効率良く熱を逃がすために、デザイン性も考慮した放熱 FIN 形状とし、その部

分は、ダイキャストよりも表面硬度が高く、金型費用も安価な押出加工で対応することにした。

さらに、筐体の箱形状を実現するために、押出部品と板金部品の切分けを考慮し、押出部品は、後加工による切削加工量をできるだけ削減し、押出加工可能な L 型形状とし、デザイン的な波型形状も付加し、断面から見て上部波型の L 型トップカバーとした(図 - 6 参照)。

L 型トップカバーと組み合わさるベースに関しては、軽量で加工性良好なアルミ板金を採用し、剛性が要求される部分には、ヘミング曲げによる加工を追加し、板厚 1.5 mm の剛性筐体を実現した(図 - 7 参照)。

(3) 組立性

ユニット構造化対応を行い、組立、分解性を向上させた。

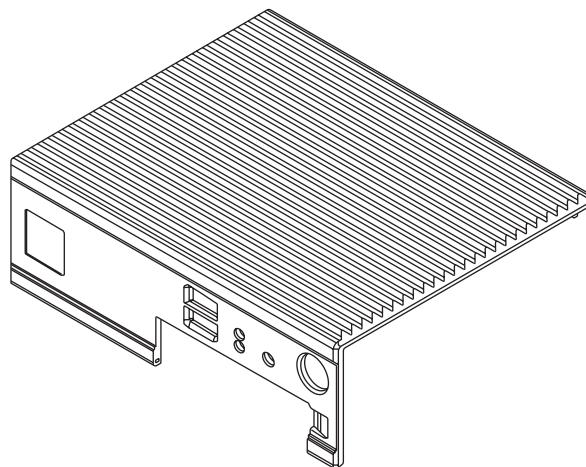


図 6 トップカバー
(Fig.6-Top cover)

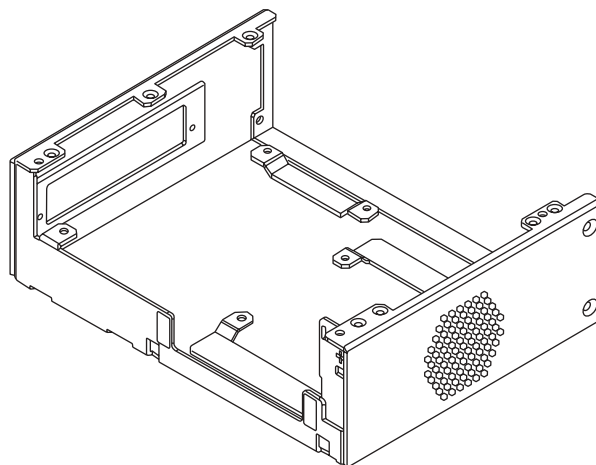


図 7 ベース
(Fig.7-Base chassis)

注5)セル生産は、仕掛かりを極力持たない生産方式であり、PTW では 3 人～ 5 人の作業員を U 字型のラインに配置し作業のタクトを極力均等に分配している。また、このセル生産方式では、日当たり生産量に合わせて投入人員を変更して投入し、工数の無駄を削減している。

装置形状の単純化および極小化のため、積み上げ構造とはせず、背面から基板ユニットを実装する挿入構造とした。

FAN ユニットは、保守性を考慮し、上面から押さえる一点止めの固定とした。

(4) シールド性

確実なシールド性を保つために、筐体端面が外観に露出しない構造を採用するとともに、トップカバーとベースの接続においては、組立性のばらつき削除および確実な FG 接続を基本にするため、はめ込み式の標準品を採用することを基本とした。

3.2 部品加工メーカーとの具体的連携事例

AR1000 シリーズでの部品加工メーカーとの具体的連携として、アルミ押出品、アルミ板金部品での例を表 - 2 に示す。

3.3 受入検査での具体的事例

AR1000 シリーズにおける主な取組みについて表 - 3 に示す。アルミ押出品の外観基準の明確化では、設計部門、取引先と外観品質についての認識合わせを行い、また個別の部品外観品質レベルの確認を行い、顧客要求

品質を確保している。

3.4 AR1000 シリーズでの組立手順書事例

装置組立手順書の事例を以下に示す。

構成は、工程別に使用する部品、図番、要素作業内容と特に注意すべき事項を作業の急所、作業概要図からなっており、誰がみてもわかりやすいものを追求している (図 - 8 参照)。

4 効果

AR1000 シリーズの設計・製造では、VDR やデータ連携および実機によるレビューを行った結果、事前に問題点を潰し込むことができた。

特に量産前の最終実機評価であるクリアアップでの指摘事項も 1 点だけに留まり、設計品質のみならず、製造品質も向上させることができたと考えている。

5 今後の課題と展開

品質向上に関する主な課題としては、次頁の内容があげられ、対応を検討している。

表 2 部品加工メーカーとの連携事例

部品名	連携内容
アルミ押出品	設計側から型参考図の提供 (DXF データなど)
	設計側からモックアップ品による具体的な部品イメージの提供
	設計側からの黒色で、しかも導通のある外観処理要求に対し、アルミでは一般的な非導通のアルマイト処理では対応できないため、導通性黒メッキ処理を提案
	PCMCIA 用トピラの切削加工性を考慮した軸部の構造の提案
アルミ板金部品	図面データの提供による加工不可能部分の提示 (Pro/ENGINEER データ, PDF データ)
	部品加工メーカーからの加工不可能部分に対する改善要求と応答でのスピーディなデータ連携 (PDF データ)
	スポット溶接不可能部分に対する、スポット部品複合化の提案
	しぼり加工によるスポット部品の削減
	マグネット吸着板 (特殊ステンレス SUS430) 追加によるトピラ開閉機構の提案

表 3 受入検査での品質確保事例

大分類	中分類	実施内容
アルミ押出し品の外観基準の明確化		① 設計部門との認識合わせ ② 要求品質に合った部品加工メーカーの選定 ③ 量産時における諸問題のフォロー (取引先との認識合わせ) ④ 状況監視 ⑤ 再度取引先との認識合わせ ⑥ 個別対応など
	個別指導事例	アルミ押出し成形品の下地の部品製作
アルミ押出し成形品への塗装指導		光沢ムラ (シルバー色) に対する作業指導 (下塗りの着色などを指導)
メッキ障害対策		スポット溶接による密着面における液処理などについて指導

要素作業票		製品	AR1500	仕様	PA03394-BOXX	
工程 No.		工程名	CARRIER-BDUNIT			
【適用部品】			【使用工具等】			
No.	部品 / ユニット名	部品 / ユニット 図番	数量	No.	工具等 名称	工具等 規格
1	KG BASE	PA03394	1	1		
【要素作業内容】						
No.	ステップ(どうする)	作業 要領	急所(品質のコツ)	秒		
1	ALBION-A に SOMUNIT を はめ込み、裏向きにし RU6SW2N3-10121 4 本にて締める		トルク : 0.34 N (3.5 Kgf) 締め忘れ無き事			
【作業概要図】						
						

図 8 組立手順書例
(Fig.8-Assembly procedure example)

- 1) 外注部品における納品前検査情報の入手と早期対応による 100 %良品納入のしくみ造り .
- 2) 組立手順書の 3 次元データの 100 %活用による作成工数の削減と組立品質の安定化 .
- 3) 各工程の結合による工程数削減による部品の取扱いの削減と 1 個流しの充実拡大による品質の安定化 .

6 むすび

PFU における設計部門と製造部門とのものづくりに関する情報連携と製品品質の確保の概要と、その適用の具体例として組込み用コンピュータ AR シリーズを例に紹介した .

今後も市場動向、顧客要求に合わせた製品をタイムリーに提供するため設計・製造部門の情報連携と製品品質確保の仕組みの強化に取り組んで行く .

参考文献

- 1) エンベデッドコンピュータ AR シリーズホームページ
<http://www.pfu.fujitsu.com/prodes/product/ar/index.html>
- 2) 福田、笹田：エンベデッドコンピュータ AR1000/AR2000 シリーズ，*PFU Tech.Rev.*,15,2, pp.1-6 (2004) .