

## MEC 生産技術部の紹介

An Introduction of Production Engineering Department, MEC

高橋 裕史

Yuji Takahashi

**要 旨** 楽ナビに代表されるカーエレクトロニクスの開発生産を行っているモバイルエンターテインメントカンパニーに属する部門である。製品の高機能・高密度化への生産対応，市場品質の改善，コストダウン取組み，そして、全世界での生産体制の確立と，さまざまな機能をもつ生産技術部を、最近の開発要素の概要説明を通して紹介する。

**Summary** Production Engineering Department belongs to the Mobile Entertainment Company, which develops and produces car electronics products as typified by GPS navigation systems. Production Engineering Department carries on a variety of activities such as responses to the production needs of multifunction and high-density products, improvement of the quality in the market, cost reduction, and establishment of production systems across the world. This article introduces the department through the explanation of a summary of the recent developments in core technologies.

**キーワード**： 楽ナビ，市場品質の改善，生産体制，生産技術部

### 1. 概要

#### 1.1 カーエレクトロニクス事業を担当するカンパニー

モバイルエンターテインメントカンパニー（以下 MEC）では，楽ナビ，サイバーナビに代表されるカロツェリアブランド，国内 / 海外主要自動車メーカーに供給するカーステレオなどパイオニアカーエレクトロニクス商品の開発から生産を行っている。楽ナビシリーズ，サイバーナビシリーズ，車室内での原音の忠実再生にこだわったカロツェリア X シリーズ，音楽と映像の両メディアを扱うカー AV シリーズなどが国内市販主力商品となっている。図 1 に楽ナビシリーズ，図 2 にカロツェリア X シリー



図 1 楽ナビの外観



図 2 カロツェリア X シリーズの外観

ズ，図3にカーAVシリーズの各商品の外観を示す。

図4に示すように，カンパニービジョンとして「パイオニア発，世界初」を掲げて，常に挑戦しつづけることを使命としている。世界初の一例として，1990年に世界で初めて，図5に示すGPSを利用したGPSカーナビゲーションを発売して，現在のカーナビ市場の開拓者となった。世界初の事例を表1に，世界初の代表的な製品群を表2に示す。



図3 カーAVシリーズの外観

このようなカンパニーに属する生産技術部門を取り巻く環境を次に述べる。

## 1.2 生産技術部を取り巻く環境

生産技術部は，埼玉県川越市にある川越事業所の一部門であり，当事業所においてMEC製品の大部分の設計，自動車メーカー向けカーステレオの一部の量産を行っている。ナビゲーションに代表されるように製品は多機能化されつづけており，しかも，車室内での使用という制約から小型化，高密度化が必然となっている。部品メーカーも小型化を常に進めており，この流れに生産部門として対応しつづけていくことが，パイオニア製品の市場競争力を確保するた



図5 AVIC-1の外観

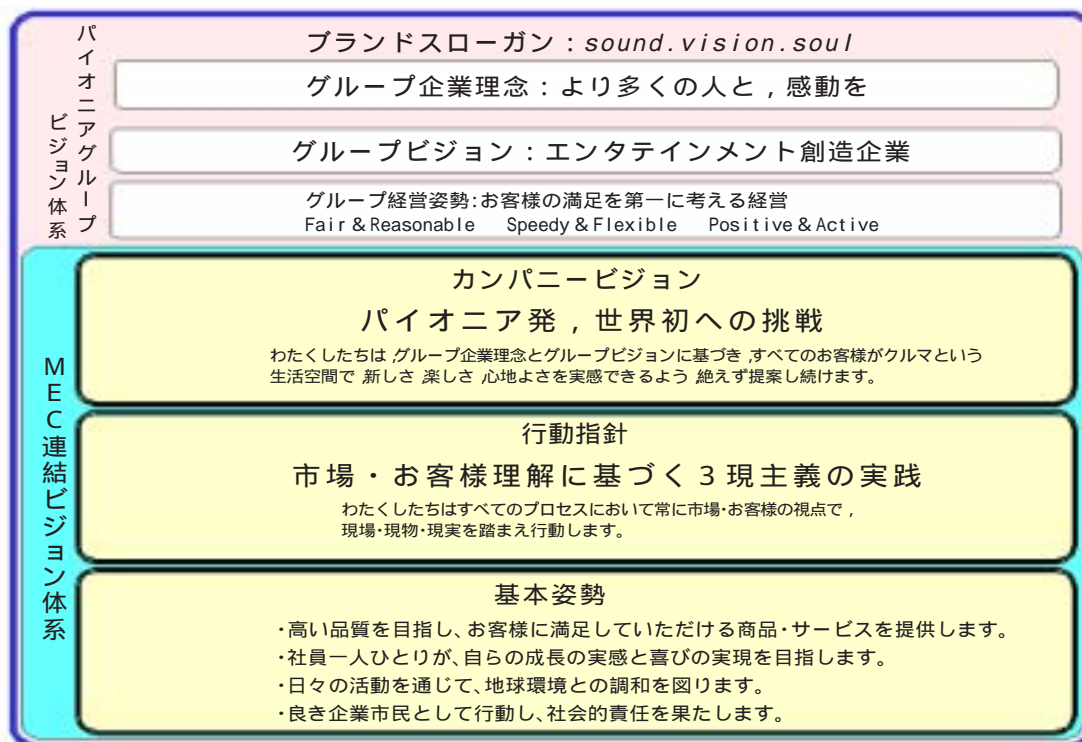


図4 カンパニービジョン

めの必要条件の一つである。

一方で、より安価に製品を市場提供することも競争に勝つために重要なことは言うまでもない。加工費低減のための手法として、以前は、工程の自動化、作業の省力化などを重点に取り組んできたが、近年は、世界中に生産拠点を置き安い労働力での量産によるコストダウンを進めてきている。現在海外に MEC 製品を量産する拠点は 6 つある(図 6)。大部分の製品は海外拠点で量産されており、これらの拠点(特にアセアン圏)のサポート、育成(ラインの立上サポート、拠点現地人スタッフの技術的育成と自立化

支援など)が、近年の生産技術部の大きな役割のひとつになっている。また、従来海外拠点では、低価格帯の製品を量産していたが、高機能・高価格商品、重要製品も量産していく体制となってきた。

このように、国内生産比率が下がっていく一方の状況の中、生産技術部は、事業所内に製造ラインを持つことを強みとして活かしていかなければならない。品質改善、コスト削減、生産効率改善などのための様々な取組みを検討実行し、その成果を海外拠点に展開することが、国内事業所の生産技術部としての重要な使命である。

表 1 世界初の事例

年 / 月	主な世界初の製品
1975年 11月	世界初、コンポーネントカーステレオを発売。
1984年 10月	世界初、カーCDプレーヤーを発売。
1990年 6月	世界初、GPSカーナビゲーションシステムを発売。
1997年 6月	世界初、DVDカーナビゲーションシステムを発売。
11月	世界初、有機ELディスプレイ搭載のカーオーディオ製品を発売。
1998年 6月	世界初、8.5GB 2層DVD搭載DVDカーナビゲーションシステムを発売。
2001年 6月	世界初、HDD搭載のDVDカーナビゲーションシステムを発売。
2002年 11月	世界初(市販市場)、通信モジュール内蔵型カーナビゲーションシステム「Air Navi (エアナビ)」「AVIC-T1」を発売。

表 2 代表的な製品群

世界初のコンポーネントカーステレオ	初代カーナビゲーション AVIC-1	DVDカーナビゲーション AVIC-D909	HDDカーナビゲーション AVIC-XH07V	通信カーナビゲーション AVIC-T1
				



図 6 拠点マップ

品質の確保，改善，向上はメーカーとしての基本要素である。特にカーステレオを部品として納入している自動車メーカーからの品質レベル要求に応えることは，継続的な納入，新たな車種への納入とビジネスを拡大していくうえでの最低条件である。前述したように海外拠点での生産が継続的に拡大していく中で海外生産拠点の品質実力の均一化も重要なテーマとなっている。

地球規模での課題となっている環境への取組みも重要なテーマとなっている。欧州においてはRoHS規制，WEEE規制，ELV規制など様々な環境規制が制定されており，自動車メーカーからも独自要求が出されている。これらへの対応はビジネス視点から必須ではあるが，今期川越事業所は事業所方針のひとつとして「地球はもうひとりのお客様」を掲げ，企業として環境対応を最重要視する姿勢を打ち出している。一例として，生産技術部では，はんだの無鉛化<sup>(1)</sup>，六価クロムを使用したネジの素材変更，さまざまな接着剤の素材調査，変更などを進めている。

### 1.3 生産技術部の方針，業務

以上のような環境のもと，生産技術部は

市場での品質，特に初期不良(市場に出るすぐに不具合化)の低減

市場競争力の向上，企業利益率の改善のためのコストダウン

企業利益率改善のための在庫削減

を目標として，それぞれに対して目標値を定めて活動を行っている。また，これらの活動を通して，部員の生産技術者としての成長も期待している。

### 1.4 業務概要

生産技術部の業務の概要を述べる。

主要業務は工程設計業務である。MECにおける工程設計とは

- ・生産部門の代表として，量産性を確保(効率よく生産を継続できる)するために製品設計開始当初から設計活動に関わり，構造，寸法などの最適化を検討する。

- ・これと並行して，製造現場での効率良い組立て方と検査方法を検討する。

- ・検討してきた内容を試作において，検証，確認，修正を行い，量産に適した設計，効率のよい工程に仕上げていく。試作回数は製品の難易度に応じて設定している。

これらの活動から製造部門へのアウトプットとして作業手順書，検査手順書，組立て治具，検査治具などが出される。

当然，単に上記した活動を繰り返しているのではなく部門目標，市場・顧客からの品質・コストに対する要求に応えるために，新たな工法，コストダウン取組み，設備開発，検査技術開発などの取組みを進めている。

以下に，このような活動から生まれた要素技術の開発事例を紹介する。

## 2. 要素技術開発事例紹介

### 2.1 設備開発

#### 2.1.1 小型熱炉

製品の市場品質を確保する上で，工程内で確実に不具合品を検出することは重要なことである。

動作，性能において不具合が症状化していれば検査工程での検出は容易なのであるが，検査時は正常であったものが市場にて不具合化するものが後を絶たない。それも検出漏れをすするはずのない不具合(例えば，電源入らず)が市場で起きている。このように不具合化する可能性を持った製品(潜在的不具合品)の検出方法として確実な方法は今もってないのだが，方法の一つとして”熱ストレスを加えて(製品を加熱して)不具合を顕在化させる”がある。そのための設備として”熱炉”が従来は存在していた。5m × 2m × 1.5m(L × W × H)程度の大きさで，一度に10台以上の製品を加熱できるものであった。以前の生産ラインはコンベアを使用した所謂流れ作業であったのでこの大型熱炉を使用することに大きな問題はなかったが，小ロット生産などに対応するため生産ラインの縮小化を進めていく上で，この熱炉が大きなネックとなってきた

た。そこで、ラインレイアウト、生産タクトなどの変更に対応できるように、図7に示す小型の熱炉を開発した。この熱炉の特徴は、熱炉1台に製品1台を入れて加熱する仕様となっており、これにより、必要最小限の台数をライン内に設置することでスペース効率を上げることが容易にした。これを図8に示す。当然、小型化することで低コストとなり、海外拠点への導入も行いやすくなった。また、外部電源により熱炉内での製品エージングも可能な仕様としてある。開発していく上での課題は、熱炉内での製品への適切な加熱であった。小型のため、熱風が製品の一部に集中的に当たり、製品仕様以上に加熱され、最悪不具合化することが想定された。いずれにしても、金属、樹脂など様々な材質から成る製品を均一に加熱することは不可能なので、過去の不具合実績から不具合の発生しやすい部位が必ず加熱できるような仕様とした。内部構造、温度設定、風量、風向きなどの検討を繰り返しこの課題をクリアすることができた。



図7 小型熱炉



図8 ライン導入例

### 2.1.2 リューターカット機

市場で不具合品を発生させないために、検査、熱炉などによる潜在的な不具合品のリジェクトなどを行っている一方、工程内(組立て時)で不具合品を作っている(壊している)可能性もあった。特性、構造、仕様上、衝撃に弱い電子部品が存在しており、さらに、小型化・薄型化によりその傾向が強まっている状況にある。製造ラインにおいて製品に衝撃が加わる(意図的に加えることもあるが)工程はいくつかあるが、その代表例が基板分割工程である。基板コストをなるべく抑えるためにムダの少ない基板レイアウトを考えているが、不要な部分をなくすことは難しいので、そこを取り除く工程(基板分割工程)が必要となる。分割しやすい(分割時の衝撃が少なくなる)基板設計を行っているが、衝撃をゼロとはできない。この分割時の衝撃が、部品を破壊、あるいは、半殺し状態(市場で不具合化)にする事例が発生していた。

そこで、衝撃が発生しない基板分割方法を検討した。まず、破壊しやすい部品と破壊する基板歪み値の関係を徹底的に実験・検証することで、部品が破壊し始める基板歪み値を把握した。この結果、基板分割は衝撃が最も発生しにくいリューター方式を採用することになった。ただし、市販のリューター分割装置は高価で大型であったため、製品サイズ・生産タクトに見合った装置を自社開発した(図9)。装置は卓上

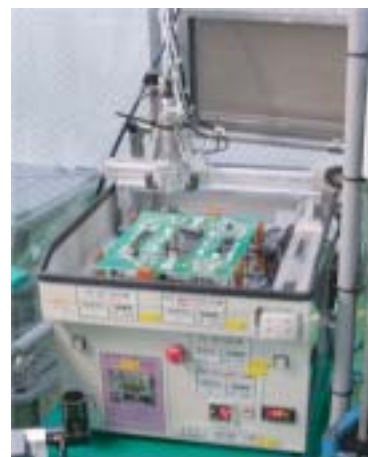


図9 リューターカット機

型で、基板毎の受け治具部を交換すれば機種切り替えが可能であり汎用性に優れている。また、市販より安価とはいえ導入台数を可能な限り減らす必要があった。ビット(刃)が折れて生産性を低下させたり、最悪時は折れたビットが製品内に混入するのではないかという課題があった。これを解決するために、リユーター分割しやすい基板ミシン目形状(特許出願中)を考案し、多くの実験を重ねることで最適なカット条件(ビット径、回転数など)を導きだした。現在はOEM製品を中心にリユーター方式を標準化しており、導入後は基板への衝撃による部品破壊不良は発生していない。

## 2.2 品質改善

### 2.2.1 ごみ異物対策

MECは、車メーカーにも製品を納めている。車メーカーから定期的に工程監査に来ていただいているが、近年の傾向として、工程内に存在している、様々なカス、細かな糸ゴミ、微小なはんだくずなど(以下これらを総称してごみ異物と呼ぶ)への管理方法について問われることが増えている。(ごみ異物対策を行った結果、品質が向上した実績をもっているとのこと)当然、5S(整理、整頓、清掃、清潔、躰)を始めとした日常管理、エアガンなどによるごみ異物除去などの工程管理は行っている。しかし、表示部への微細なごみ付着などの不具合は発生していた。また、不具合原因を詳細に調べてみると、コネクタ接続部へのカス付着が原因だった事例もあった。動作不具合などの致命的なものに対する対応が優先されていたが、発生している不具合を改めて分析してみると、ごみ異物要因によるものの割合が多いことが判ってきた。不具合原因、症状によらず不具合が1件起きれば、それに対応するためのコスト(ロスコスト)が発生している。そこで、現場改善によるごみ異物対策に取り組んだ。

対策の基本思想は、ごみ異物を発生させない。発生したごみ異物を残らず集塵する。の2点である。

## 発生防止例

不具合品などからごみ異物サンプルを収集し、成分分析を行った結果、人体が発生源であるものが多いことが確認された。そこで、製造現場における作業着などの見直しを行い、次のような対策を行った。

- ・作業帽: 図10に示すように、長髪用を新たに用意し、確実に頭髪を帽子内に収めるようにルールを制定した。
- ・作業着: 作業着そのものの見直しは行わなかったが、着用ルールを見直した。上着袖部から私服が出ないように着用するルールを制定した(特に夏用上着(半袖タイプ)着用時)。また、来客など作業着を持たない方用に、専用の上着を準備して、例外無く、製造フロアに入る人は、作業帽含めて確実に作業着を着用することをルール化した(図11)。

## 集塵例

ごみ異物が発生せざるを得ない工程もある。例えば、製品梱包工程におけるダンボールからのカス、基板カット工程(前述リユーターカット工程)での基板カスなどである。発生が防げないのなら、発生したものが製造フロア内に拡散しないように、集塵する仕掛けを導入した。図12は、リユーターカット工程での基板カス集塵事例である。カット機を覆い、覆いの後部にエアフィルター付きのファンを設置し強制的に対流を起こし、基板カスの拡散を防いでいる。導入後、フィルターを確認すると確かに基板カスを含めた細かなゴミ異物が吸い寄せられていることが確認された。このような取組みにより、ゴミ異物による不具合発生率は半減している。

## 2.3 はんだ接合

### 2.3.1 無鉛はんだロボット

カーエレクトロニクス製品組立て工程においてハンダ接合(所謂ハンダ付け)は、品質を大きく左右するキーとなる工程のひとつである。品

質を安定化させるために、ハンダ付け作業の自動化を要求する顧客もいる。また、前述したように環境要求に対応するため、鉛を使用していないハンダ(無鉛ハンダ)の導入を進めているが、この鉛の有無が作業に大きな影響を与えている。具体的には、無鉛化によりハンダの融点が高くなる、つまり、溶け難くなり作業性が悪くなる

という影響が出ている。この点については、高温のコテ、高温でのハンダ付けに対応できる基板、部品の開発などで対応を進めている。

ここでは簡単に無鉛ハンダ付け作業のロボット化事例を紹介する。

ロボット自体は、図13に示すように、ごくシンプルなX-Yロボットであり、キーとなるポ



図10 作業帽の着用ルール



図11 外来者への対応

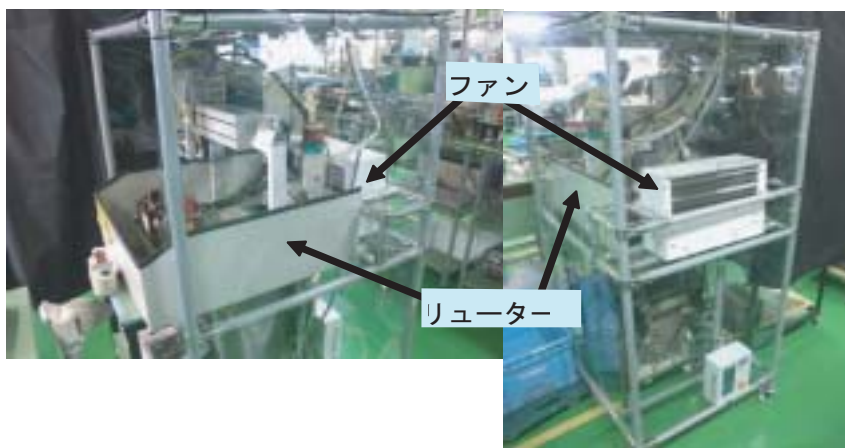


図12 基板カスの集塵



(a)はんだロボット

(b)コテ先

図13 はんだロボット装置の外観

イントは、コテ先形状とその温度コントロール(温度プロファイル)である。ハンダに鉛が含まれていないことがコテ先の酸化進行を早め、ハンダ付け性に影響を与えることになる。また、有鉛ハンダより高温である必要があるが、より効率よく被接合部に熱を伝える必要がある。コテ先の酸化防止、熱伝達率の良い形状と被接合部への接触程度など、解決しなければならない課題が山積みの状況である。現在は日常のこまめな工程管理によりハンダ付け品質を確保している。

## 2.4 コストダウン

製品原価は、材料費と加工費とに大別できる。従来の生産技術部では作業の見直し(削減)、標準工数の見直し、設備開発による省力化に代表される加工費の削減に取り組んできたが、材料費削減の取り組みも進めている。設計当初から製品構造に対して検討を加えていることは前述した通りだが、その視点はあくまで生産性(作り易さ)と品質であった。

材料(部品)を削除、あるいはより安価なものに変更するためには、当然、その部品そのもの、あるいは、その部品を組み付けた状態で、様々な評価を行わなければならない。従って、いかに早期にコストダウンネタを見つけるかが実現のためのポイントとなる。事実、コストダウン取り組みが遅れたためその効果が次期開発モデルからの適用ということもあった。

MECに限らずパイオニアは、部品を購入し製造(組立て)するという生産体制を基本としている。しかし、今後コストダウンをより進めて行くためには部品単価の低減が重要である。そこで、MEC生産技術部では樹脂部品の内製化に取り組んだ。事前シミュレーションでは購入品よりコスト安という試算となった。しかし、MECでは樹脂部品の量産を行ったことがなかったため、成型機そのものの選定をはじめその条件だしなど全てが初めてのことであり、手探り状態であった。(部品メーカーにとっては全てが当たり前の事柄なのだろう)。外部セミナー、独

学、聞きかじりなどを通して、また、数々の実験検証を通して、条件設定を行い、量産製品に使用する樹脂部品の量産にこぎ着けた。当初のシミュレーション通りコストメリットも得ることができた。

この取り組みを通して、高性能、高機能、高精度の部品の開発、製造を進めつづけることが日本でのモノ作りの意義であるとの認識を新たにした。

## 2.5 検査技術

ナビゲーションに代表されるような製品の多機能、小型化、高密度化の流れに対して、検査技術という視点からのアプローチを紹介する。

### 2.5.1 バウンダリスキャン

製品設計部門において開発業務効率化により完成度向上という課題がある。生産技術部門では設計試作段階でのバウンダリスキャン検査機の導入を進めている。試作生産時にいち早く不良箇所を特定することにより、設計部門での不具合箇所の解析にまつわる工数を削減でき、製品完成度向上への工数シフトが可能になる。

また、試作段階から導入したバウンダリスキャン検査機を生産ラインにも導入し、現場での不具合解析の効率を上げ、修理工数の低減に効果を挙げている。

### 2.5.2 オンボードICEを応用した検査機開発

バウンダリスキャンを使用して解析力向上に効果を出しているが欠点もある。

バウンダリスキャン機能を搭載していないICやリフレッシュが必要なSDRAMの検査が出来ない。さらなる解析力向上を図るためにオンボードICEの検査機としての応用に取り組んでいる。昨今のマイコンはJTAG規格を使用してICEと接続し、デバッグできる機能を持つ。JTAG端子の接続だけで製品を自由に操作できる。つまりCD-ROMなどでテストプログラムをロードしなくても自由に製品を動作させ検査することが可能になる。バウンダリスキャン検査機とICE検査機を融合させることにより検出力の向上、解析力の向上をはかることが出来る。



これらのアプローチにより開発工数低減，検出力向上，解析力向上を目標に新しい検査機の開発に取り組んでいる。

### 3. 全社的なつながり

#### 3.1 モノづくり推進部会(生産技術部会)

パイオニアには，MEC 以外に，DVD レコーダーに代表されるホーム用システムオーディオを担当している HBC，プラズマディスプレイを担当している PBC，そして，基礎的な生産技術の研究，開発を担当する生産技術センターなど，複数の生産技術部門が組織されている。開発生産する製品ジャンルが異なっているが，基本的な製品構造(基板と電子部品，ハンダ付けとねじ締めなど)は同じである。また，人材育成，情報システム環境など各カンパニーに共通する課題は数多くある。そこで，それらの課題解決を効率よく行えるよう，また，カンパニー間での情報交換を行い，パイオニアとしての考え方，方向性を合せるために各カンパニーからの代表者からなる生産技術部会という組織が運営されている。部会はいくつかの委員会から成り，通常業務同様，中期計画を策定し取組みを推進している。

### 4. まとめ

最近の取組み事例をいくつか紹介させていただいた。ごみ異物取組みのように，現場よりの泥臭いものも確実に効果(品質向上)を上げている。このように生産技術という範疇に限りはなく，品質，コストなどに良かれということは全て取組み対象となりえる。従って(だからこそ)全体方針，方向性を合せることが，限りあるパワーから最大限のアウトプットを引き出すための鍵となっている。

### 参 考 文 献

- (1) 渡邊，野田：“無鉛はんだの量産化導入取組み”，PIONEER R&D Vol.13, No.3.

### 著 者 紹 介

高橋 裕史(たかはし ゆうじ)

MEC 生産技術部所属。工程設計，IT ツールの活用による業務改善，品質システム(ISO/ QS9000)の部内導入展開などを担当。現在はコストダウン，品質改善を主に担当。