



創立 50 周年記念特集：〇〇の今昔

マウンターの今昔

The Past and Present of Yamaha Surface Mounters

藤田 宏昭

Abstract

Twenty-one years have passed since Yamaha Motor Co., Ltd. (YMC) established its IM (Intelligent Machinery) operations in 1984 and developed its first surface mounter in the same year. Looking back, it was a time when we had no technological base in the field and no sales network to sell our products. All we had was the will to press forward as best we could and survive in what for us was a new field.

In recent years our IM operations (now the in-house IM Company) has made dramatic steps forward both in our business scale and technology to become a solid competitor in the market, and we believe that we owe a great debt for this to the outstanding managers who have led us, the efforts of the engineers before us and the proud YMC DNA they have handed down to each new generation of engineers.

In this report we introduce the changes in the technologies of our surface mounters over the years as they have progressed to become one of our main product lines.

1

はじめに

1984年、ヤマハ発動機(以下、当社)のIM(Intelligent Machinery)事業がスタートし、同じ年に最初のサーフェスマウンターが開発されてから、すでに21年が経過した。当時を振り返ると、技術も販路も何も無い状態で、ただただ、自分達の生き残りをかけて、やみくもに突進していたことが思い出される。

今日、このように事業規模だけでなく、技術開発についても大きな飛躍を遂げてこれたのは、秀でた指導者に恵まれ、諸先輩エンジニアの努力とともに、IM事業部(現・IMカンパニー、以下IM)設立当時のDNAが、次代のエンジニアにも着実に伝承されてきたことが大きいと感ずる。

ここでは、現在、IMの主力商品に成長したマウンターに関する技術開発の変遷に焦点を当て、時代とともに、どのような進歩を遂げてきたかを簡単に紹介する。

2

ロボットシステムからマウンターへ

1983年、初めて国際ロボット展に組立てロボットを出展したときに、ある設備メーカーから、チップ部品をプリント基板上に搭載する装置をOEM開発(Original Equipment Manufacturer:相手先ブランド開発)してくれないか、と相談を受けて、マウンターの開発は始まった。当時、チップ部品やマウンターなどという商品知識を持ち合わせている人間は皆無であったが、逆に何の先入観も持たずに自分達がロボット開発や導入で培った経験を元に、全く独自のコンセプトで開発を行ったところ、結果として、そのコンセプトがマウンターの世界に中型機(中速機)という新しいジャンルを開くこととなった(図1)。IMが

ロボット開発で培った組立て技術の3要素すなわち、搬送、位置決め、部品供給は、マウンターにも共通するキー技術であったのである。また、実験室でお客様の要望に沿って1台ずつ製作する「一品料理」の色彩が濃いロボットシステムに対して、標準品をある程度まとめて生産、販売できるマウンターは、ビジネスの効率も非常に高く、その後のIMの方向性を変える転機となった。



図1 OCM8500

3 メカチャック機

1987年からはOEM契約を解消し、ヤマハブランドでマウンターを販売することとなった。当社製のマウンターは、OEM当時から、チップ部品をヘッドの吸着ノズルで吸い上げ、メカチャックと呼ばれたメカニカルなセンタリング機構(図2)によって位置決めして、プリント基板上に搭載していた。チップ部品の種類やサイズは様々であり、それらを一様に吸着するヘッド部は、非常にデリケートであったため、常に改良が行われた。当時、IMの販売の主力であるロボットを制御するロボットコントローラーには、BASIC(Beginners' All-purpose Symbolic Instruction Code)言語に似た、当社独自のロボット言語を搭載し、お客様自身がロボット動作をプログラミングする形態を取っていた。初期のマウンター制御部は、ロボットコントローラーをそのまま転用していたため、IMのエンジニアがそのロボット言語を駆使してマウンターのアプリケーションソフトを作成し、軸やI/O(Input/Output)機器の制御を行った。当社のロボット言語はインタープリター方式を取っていたため、処理スピードや汎用性には限界があるものの、プログラミングが簡単なため、カスタマイズ性に富んでおり、お客様のマウンター上でも、お客様の要望に沿った機能を追加することが容易であった。結果として、スピーディーな機能追加や問題発生時のアクション、柔軟なカスタマイズが行われ、その後の広範なカスタマイズ対応力につながっていった。

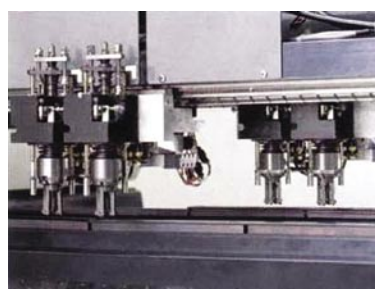


図2 YM6000T メカチャックヘッド

4

画像認識機能付きマウンター

1980年代には、様々な電子部品が次々に表面実装化されていき、部品のセンタリングをメカニカルに行うことに限界が見え始めてきた。特に、QFP (Quad Flat Package)と呼ばれる、4方向に多数のリードを持つIC (Integrated Circuit) 部品のリード部をチャッキングすることは、精度上も品質上も敬遠されがちであった。そのため、他社では、そのような部品を下面から画像認識して高精度に搭載する専用機も開発されていた。IMとしても、マウンターに画像認識機能を付加して、画像処理によってセンタリングさせる機種の開発に着手したいと考えていた頃、当社のマウンターを評価し、我々を信頼してくれるお客様から、画像認識機能付きマウンター開発の打診があった。そこで、現行のマウンターヘッドはそのまま、背面にメカセンタリング機能の無い吸着ヘッドを付加し、ベース部にQFPのトレイ供給ユニットと、上向きに取付けたCCD (Charge Coupled Device) カメラと照明を取付けた。同時に、ロボットコントローラーに、当時の当社技術本部に開発を委託していた画像処理ボードを接続した、画像認識機能付きマウンターYV2260を開発した。1987年末であった。

現在の基準と比べると、かなり低い性能、安定性であったが、YV2260は、そのお客様に評価していただき、それから長い間愛用していただいた。そのお客様には、継続して当社製品をご購入いただいております、現在も当社の大切なお客様となっている。

YV2260は、当時としては珍しい、チップ部品とQFPを1台で搭載できる「混載機」であった。極めて少ない台数で出荷を終えたが、そこでのチャレンジやノウハウは、翌年開発のYM3000V(図3および表1)等の主力マウンターや、さらに次世代のフルビジョン機へと継承されていった。



図3 YM3000V

表1 YM3000Vの仕様

項目	仕様
基板寸法	L330mm × W250mm (Max) L50mm × W30mm (Min)
装着タクト	0.9 秒 /chip QFP3.9 秒 /chip (最適条件時)
装着精度	± 0.08mm (画像認識時) ± 0.2mm (通常) ※ただし角度精度含む
部品品種数	テープ 29 品種, トレー 8 品種 15 段
外形寸法	L1,110mm × W1,383mm × H1,610mm
重量	600kg

5

フルビジョンシリーズ

1989年頃には、メカチャック機、および、一部画像認識機能付きのマウンターが、欧州に本社を有するメーカーへのOEM供給もあって、なんとか順調に歩み始めていたが、さらなる発展のためには、QFPなどのIC部品だけでなく、抵抗やコンデンサーなどのチップ部品においても画像処理によって部品認識する

必要があることは、皆、気づき始めていた。すでに他社の大型機(高速機)では全部品を画像認識するものも発売され始めていた。そこで、従来のマシンとは、全く一線を画したコンセプトのマシン開発が始まった。すなわち、

- 全部品を画像認識
- 狭ピッチ16連マルチヘッド、2テーブル化によるタクト高速化
- 自社開発PC/AT(the Personal Computer for Advanced Technologies)ボード+DOS(Disk Operating System)システム上でのUI(User Interface) & アプリケーションソフト開発
- マウンター専用コントローラー、21軸フルデジタルサーボ+リモートI/Oシステム

と、どれをとっても未知の領域であり、非常に高度な開発テーマであった。そのため、開発には膨大な労力がかかったし、製品立上げまでには、かなり苦戦も強いられた。こうして1992年に生まれたのがフルビジョンマウンターYV112(図4および表2)である。翌年、レーザーによる認識装置を使ったフルビジョン汎用マウンターYVL80も開発された。ここからIMは、メカチャック機構から決別し、一步未来へ踏み込んだのである。

当時の苦労話はすでに伝説となっているが、ここで培われた技術が現在のマウンターの基礎となっている。

表2 YV112の仕様

項目	仕様
基板寸法	M type: L330mm × W407mm (Max) L50mm × W50mm (Min) L type: L457mm × W407mm (Max) L50mm × W50mm (Min)
装着タクト	0.25 秒 /chip (最適条件)
装着精度	± 0.1mm (chip) , ± 0.08mm (QFP)
部品品種数	M type: 112 品種 (8mm テープ換算) L type: 96 品種 (8mm テープ換算)
外形寸法	L2,412mm × W1,759mm × H1,867mm
重量	1,200kg

先進技術を満載/ヤマハスーパーミディウムマウンター YV112

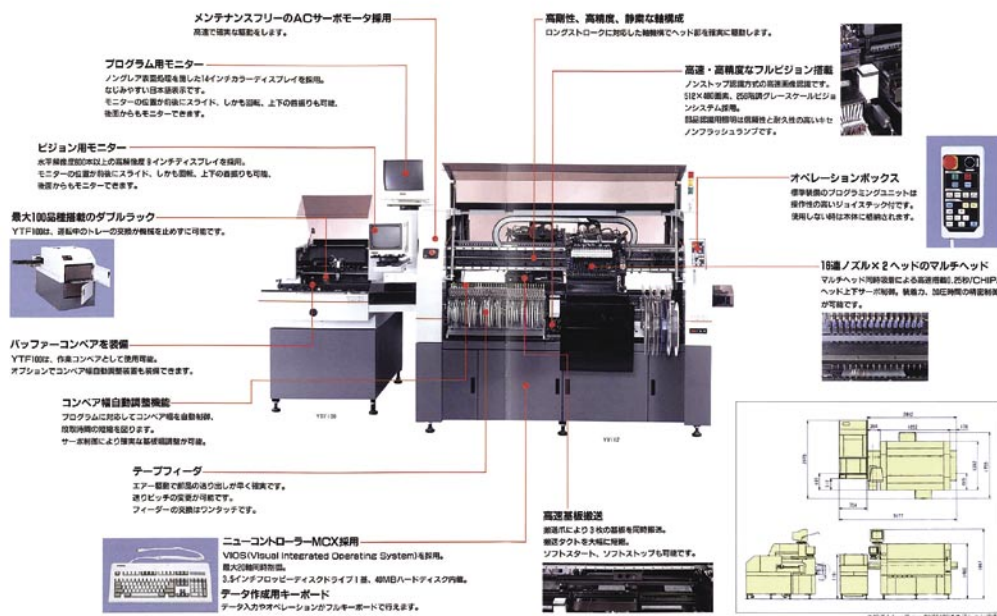


図4 YV112(カタログ)

6

現在までの開発

フルビジョン機開発後も、競合他社の多くが大型の高速機を販売する中、当社は中型機のカテゴリーを逸脱せず、比較的、小中規模のお客様のご要望にお応えしていくことで、中型機マウンターメーカーとして独自のポジションを築いていった。

1999年のXシリーズからは、その中型マウンターを自由に複数台連結することで、従来の高速機（大型機）に匹敵する生産性と、従来にはない汎用性を達成する「モジュール型高速機」というコンセプトを市場に提案し、世界の変種変量生産のトレンドとマッチさせることにより、当社のポジションをより強固なものとした。過去、一世を風靡したロータリーヘッドタイプの高速機は、すっかり影を潜め、中型機を連結する「モジュール型」、「モジュールマウンター」という用語が業界の標準語となり、各社が中型機市場に参入しての激しい開発競争に移っていった。

現在、当社の最新モデルはYGシリーズであるが、その中で、もっとも高速な機種であるYG200（図5、表3）において、搭載タクトは0.08秒/chipであり、初期に開発されたマウンターの10倍以上に生産性が向上している。それらを支える様々な要素技術がメカ分野、電気ハード・ビジョン分野、アプリケーションソフト分野で開発されてきた。



図5 YG200

表3 YG200の仕様

項目	仕様
基板寸法	L330mm × W250mm (Max) L50mm × W50mm (Min)
装着タクト	0.08 秒 /chip (最適条件)
装着精度	$\mu + 3\sigma$: $\pm 0.05\text{mm}$ (chip) , $\pm 0.05\text{mm}$ (QFP)
部品品種数	80 品種 (8mm テープ換算)
外形寸法	L1,950 × W1,408 × H1,850
重量	2,080kg

6.1 メカ分野

主な課題は、高速化と高精度化である。

- YV112の流れを受け継いで、ヘッドは狭ピッチのヘッドを一行に並べた「マルチヘッド」を熟成していった。アクチュエーターとして、エア機器メーカーと共同開発した高速ソレノイドバルブによるエア駆動としていたが、現在では全ヘッドサーボ化へ進化しつつある。また、運転中に吸着ノズルを切替える独自のFNC (Flying Nozzle Change) 機構（図6）を開発し、実タクトの向上を果たした。



図6 YV100Xg FNCヘッド

- 主軸の高速・高精度化のため、ベース部を構造解析(図7)し、面構造モノコックフレームを開発した。また2つのモーターでX軸ビームを駆動する、完全リジッド型デュアルドライブ機構も業界に先駆けて開発・採用している。
- 精度向上の手法として、MACS(Multiple Accuracy Compensation System:多重精度補正システム)を開発し、経時変化や温度変化に影響を受けない搭載精度を実現した。そのとき同時に開発された、パソコンを駆使した高度な精度解析手法も、当社の重要なコア技術となっている。
- 2001年には、マウンターの高速・高精度実装技術を応用して、i-Cube/i-CubeIIを商品化し、当社の新しい分野として半導体製造市場への進出を果たした。

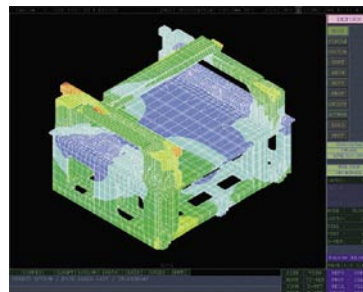


図7 Xgシリーズ ベース部構造解析結果

6.2 電気ハード・ビジョン分野

お客様が要求する高い信頼性をめざしながら、マシンの高速化や高精度化を支える機能開発を推進し、現在では、ほとんど全てのキーコンポーネンツを自社開発品としている。

- PC/ATボードは年々CPU(Central Processing Unit)の高速化を図り、記憶装置はフラッシュディスク化によって信頼性を向上させた。
- ビジョンシステムの高速処理・高分解能化では、超高感度のデジタルマルチカメラ(図8)を開発し、マシンの高速化・高精度化に対応した。
- サーボシステムはフルデジタル化、次にフルソフトウェア化を行い、コストダウンを進めながら、モーターの制御性を向上させた(図9)。
- 高速化によるモーターのワット数アップに対応するための電源系の強化や、欧州の安全規格に適合させるための安全設計も進歩させた。



図8 高分解能デジタルマルチカメラと専用照明

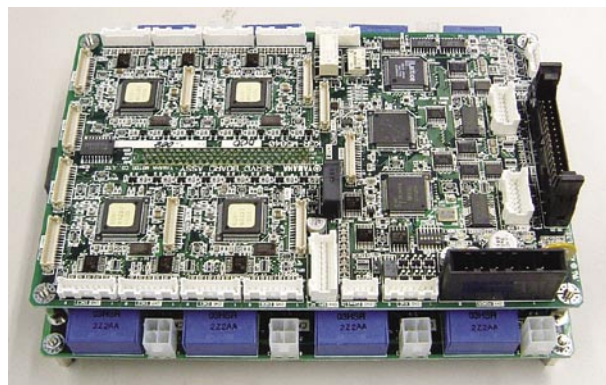


図9 小型10軸モーター制御ユニット

6.3 アプリケーションソフト分野

フルビジョン機以来、OS(Operating System)上でのアプリケーションソフト開発となっており、ソフト開発環境も充実し、お客様が要求する種々の機能をスピーディーに具現化していった。

- 2001年からは、OSをMicrosoft社のMS-DOS®から同社製Windows®に切り替え、タッチパネル機能とともに操作をより視覚化、直感化させるGUI(Graphical User Interface)を実現すると同時に、独自の手法でWindows®下でのリアルタイムなマシン制御を達成した(図10)。
- 工場のLAN(Local Area Network)とも接続を可能とし、周辺パソコンとお客様の生産管理システムとの連携等、拡張性の強化を図った。また、お客様の生産性や品質に対する高いご要求に応えるべく、各種カスタマイズ機能を開発、現在その集大成としての生産支援機能「ITオプション」(図11)を開発し、製品の付加価値を高めることができた。

※MS-DOS®、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または商標です。



図10 タッチパネル機能付きGUI

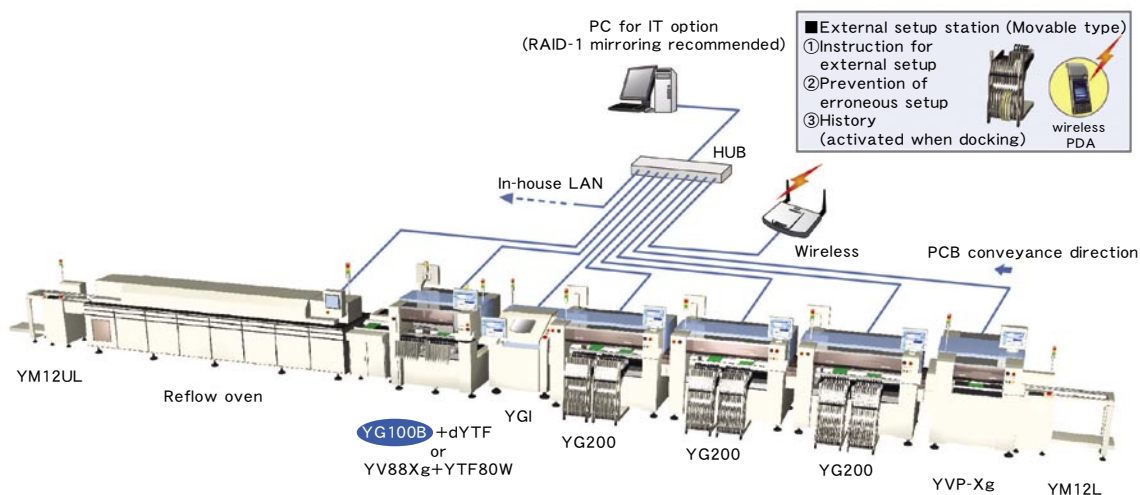


図11 マウンターラインとITオプション

今や業界の主戦場は、中型機(モジュール機)市場であり、市場の成熟化とともに、どの競合メーカーのマシンとも差別化が難しくなりつつあるため、開発競争は激しさを増している。マウンター業界を専門にしている調査会社の統計によると、マウンター出荷台数では当社が世界一となっはいるが、売上規模や総合力において、当社はまだ発展途上にあり、年々高くなるお客様のご要望にお応えするため、さらなる高速性と精度を含めた実装信頼性の向上を図っていかなければならない。

一方、元来我々のめざすマウンターは、ただ単に生産性が高いとか、サイズがコンパクトであることだけではない。使いやすく、故障しにくく、たとえ故障しても、お客様が自分で簡単に直せるようになっていることが非常に大切である。今後も、この当社のマウンター開発の原点を忘れずに、次世代の商品開発を推進していきたいと考える。

■著者



藤田 宏昭
Hiroaki Fujita
IMカンパニー
技術チーム