

# プリント基板実装ライン用製造情報管理システム (PCB-REALMICS™)

Real-Time Management Information and Control System for PCB Manufacturing (PCB-REALMICS™)

古賀 康隆

KOGA Yasutaka

田中 裕之

TANAKA Hiroyuki

水澤 英男

MIZUSAWA Hideo

電子機器の主要ユニットであるプリント基板の実装は、表面実装装置や自動検査装置の導入によって自動化され高速化されてきた。しかし、製造管理や品質管理は人間系に頼るところが多く、異常への迅速な対応が困難であった。

そこで当社は、プリント基板実装の現場管理を最少の人員で行い、品質や生産性の向上を支援する製造情報管理システムを開発した。インターネット技術を駆使し、異なる自動機メーカーの製造情報を収集可能にするとともに、実装品質改善活動のノウハウを生かした分析ツールの開発により、迅速な改善活動に必要な製造情報の目視化を実現させた。

The manufacturing of printed circuit boards (PCBs), a key part of electrical equipment, has been employing surface mounting technology machines and automatic optical inspection machines. However, the manufacturing and quality management processes depend on humans.

Toshiba has developed the PCB-REALMICS™ real-time management information and control system for PCB manufacturing, which can manage the shop floor with a minimum number of supervisors and can improve manufacturing efficiency and quality. The new machine interface can connect different vendors' machines using Internet technology, and the visualization of manufacturing information can support PCB manufacturing innovation by kaizen (improvement) experiments.

## 1 まえがき

市場の要求に応じた製品の製造と販売機会損失を伴わない在庫極小化が今、製造現場に求められている。また、品質ロスによるコスト損失を最小に抑え込むとともに、需要状況に応じた柔軟な製造ラインの運用が不可欠である。

そのためには、品質の作り込みと生産進捗(しんちよく)の統制に代表される製造管理の果たす役割が重要である。管理業務を最少の人員で実施し費用を最小に抑えねばならない。電子機器の主要ユニットであるプリント基板の実装現場でも、品質異常をすばやく分析し、異常要因を絞り込むとともにすばやく改善アクションが重要になってきている。プリント基板実装、特に表面実装検査工程の自動化は進んでいるが、製造や品質の管理は人手に依存していることがまだまだ多い。その結果、製造ラインでの異常を見つけ出し改善するまでに時間がかかり過ぎており、現場の製造情報を一元的に管理し即座に目視化できる製造情報管理システムが必要とされていた<sup>(1)</sup>。

これらの問題を解決するために開発した、プリント基板実装ライン用製造情報管理システム(PCB-REALMICS™)を以下に紹介する。

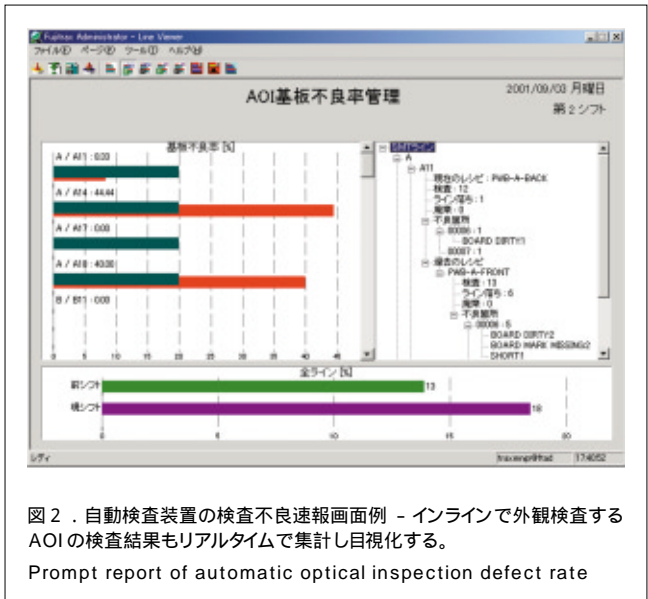
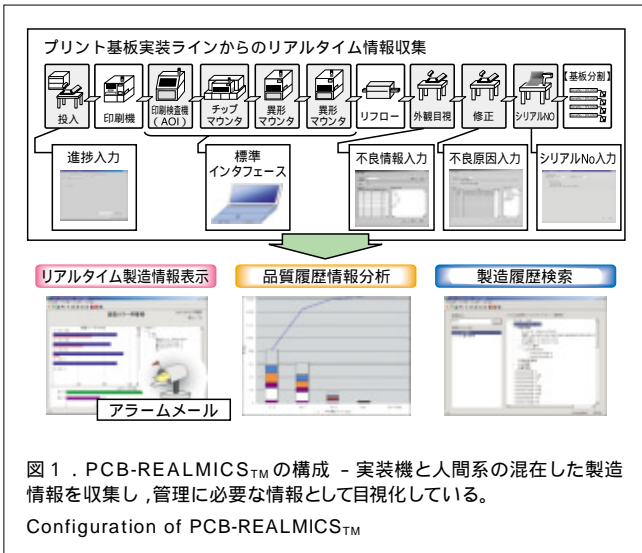
## 2 PCB-REALMICS™の概要

既に当社は、機器最終組立て工程向けの製造情報管理システム“REALMICS™(REAL time Management Information & Control System)”を開発、適用してきた。このシステムをベースに基板実装分野に機能拡張した“PCB-REALMICS™”(PCB: Printed Circuit Board)を今回開発した。このシステムは、表面実装ラインの装置群からの情報は標準インタフェース経由で自動収集し、人間系の情報はWindows<sup>®(注1)</sup>アプリケーションとバーコード経由で収集して、製造履歴や品質情報を蓄積している(図1)。

収集した製造情報はデータベースに格納され、管理目的に合ったグラフや表形式で目視化される。また、早急なアクションが必要なアラームはメール配信されるため、管理者は迅速な対処ができる。また、データベースに保存された製造履歴情報の豊富な分析機能も持っている。

PCB-REALMICS™のサーバは、データベースサーバとWebサーバの二つの機能を持ち合わせおり、インターネットやイントラネットによる情報共有が容易である。加えてシステム間通信ではXML(eXtensible Markup Language)データのHTTP(HyperText Transport Protocol)による通信機能を装備し、拡張性に富んでいる。

(注1) Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標。



### 3 プリント基板の品質情報管理機能

プリント基板実装工場における大きな課題の一つに、実装品質の向上がある。PCB-REALMICS™は、外観検査装置と、はんだ付け後のオペレータからの検査情報を収集・集計して、各検査工程別又はライン全体の品質速報と品質履歴分析の機能を持っている。

#### 3.1 品質速報機能

外観検査装置は、ソルダペーストの印刷不良(ずれ、だれなど)、電子部品の装着不良(部品の有無、ずれなど)、はんだ付け不良(ずれ、ブリッジなど)などを自動的に検査する装置である。この装置では、基板1枚ごとに異常の有無と異常内容、はんだ転写率、ずれ量などの情報を出力する。不良の発生は、生産性を低下させるので、常に状況を監視しなければならない。PCB-REALMICS™は外観検査装置からの結果に基づいた不良率の速報機能を持っている。自動検査装置(AOI: Automatic Optical Inspection)の検査不良速報画面の例を図2に示す。

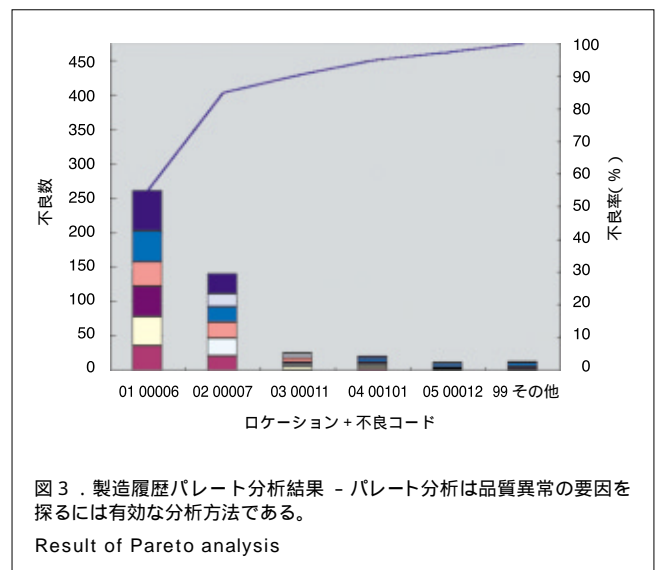
検査装置ごとに不良率の管理限界値と実績値がバーグラフでリアルタイムに表示される。不良率が高くなると実績値を示す赤色のバーグラフが突出し、ひと目で異常発生がわかるように工夫した。また、不良率が管理値限界を超えたときはあらかじめ登録しておいた管理者に対してアラームメールを送信する。異常の知らせを受けた管理者は、図2の速報画面右側の情報表示エリアから発生不良の詳細情報が確認できる。そこから問題の対策を検討し、改善アクションを即座に起こすことで品質ロスが削減できる。この機能は自動検査結果だけでなく、リフロー後の人間系による目視検査結果にも同様に対応している。

#### 3.2 品質分析機能

異常に対するすばやい対策も重要であるが、過去に蓄積

された検査結果の分析も品質向上には欠かせない。PCB-REALMICS™は、オペレータの目視検査結果と自動検査装置の結果を分析する機能を搭載している。任意期間内の品質指標(不良率又は通過率)推移で、不良の傾向と異常の発生箇所を把握し、異常の発生日付やライン・工程などを絞り込むことができる。また、異常の発生場所を絞り込んだ後に、発生日付やライン・工程を指定したパレート分析で不良要因を明確にできる。パレート分析を用いて不良現象別や基板上の位置別など、分析者が知りたい切り口で任意に見ることができる。品質履歴情報をパレート分析した結果例を図3に示す。

自動検査装置でのクリームはんだの転写率や、部品の位置ずれ量などを計測している場合は、計測値のばらつきをヒストグラムで、あるいはその推移を折れ線グラフで各々表示



できる機能も持っている。装置が異常を検出する前に、計測値の推移から事前に異常を推測して予防保全に活用することもできる。

#### 4 装置情報インタフェース機能

PCB-REALMICS™では、実装装置の稼働情報(基板の搬入・搬出の時刻、装置が検出したエラー内容など)を収集するために、各メーカーの出力する様々な形式のデータを受け取れる仕組みを構築する必要があった。そこでこのシステムでは、最近のインターネットにおける世界的標準と考えられる方式、つまりXMLによるデータ表記とHTTPによる通信を採用した。HTTPはインターネットの世界でもっとも成功したネットワークの標準プロトコルである。またXMLはデータ記述フォーマットとして、インターネットでも標準的に使われているマークアップ言語と言える。

4.1 製造情報のXML化  
XMLは項目付きのデータ表記に優れており、インターネットの様々な場面でデータのやり取りに使われている。また、米国の標準化団体であるIPC( Association Connecting Electronics Industries )は、製造現場でやり取りされる情報をXMLで表記する規格として、IPC254X( IPC-2541<sup>(2)</sup>、2546<sup>(3)</sup>、2547<sup>(4)</sup>)を文書化しインターネット上に公開している。

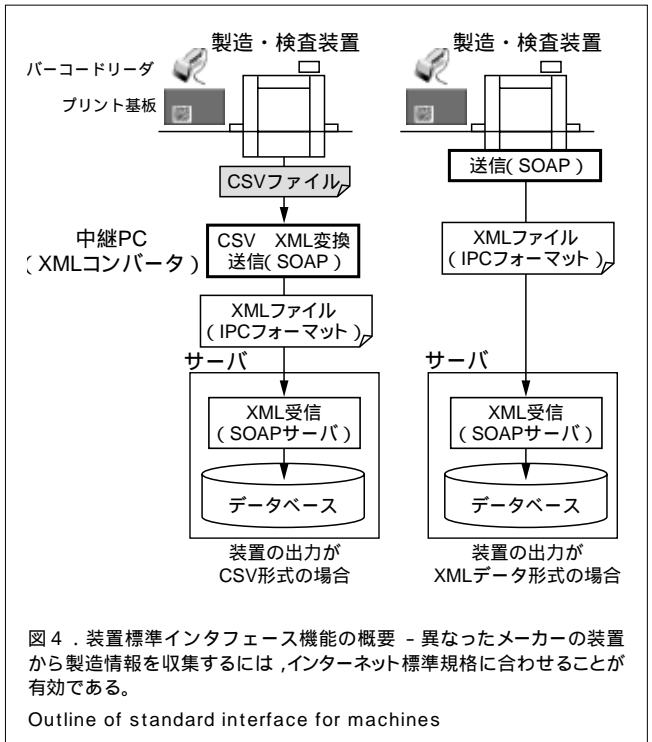
実装機や自動検査機からPCB-REALMICS™が受け取る製造情報(例えば、基板の搬入・搬出時刻やエラー情報、検査結果など)はこの規格に準拠させた。

4.2 XMLデータの通信方法  
HTTPでのXMLデータの通信はBtoB( Business to Business )の世界が先行している。特に、XMLを利用したメッセ - ジングやリモート プロシージャ コールの様式、SOAP( Simple Object Access Protocol )<sup>(5)</sup>は、世の中で広く使われ始めている。XMLデータは、タグ付きのわかりやすい形式であるために物理的なデータ量が増加する。XML化された製造情報をSOAPで通信する方式を採用するためには、製造装置とPCB-REALMICS™との通信能力が使用可能なレベルかどうかの確認が必要である。そこで、実際の装置から受け取る10倍の通信データを32台の装置から同時に送信させる実験で検証した。その結果、現在のエンタプライズクラスの情報機器を使って動作可能なことが確認できたため、この方式を標準インタフェースと定めた。

4.3 XMLコンバータの開発  
近年はほとんどの実装機がTCP/IP( Transmission Control Protocol / Internet Protocol )をサポートしているが、出力データがXML形式になっているものは少ない。データをXML化するためにはコンピュータリソースを非常に多く使うため、装置内の制御用ハードウェアでは対応しきれ

ないのが現実である。  
そこで、現状の制御用ハードウェアでも負荷なく処理できるTCP/IPソケット方式にも対応できるように、XML変換機能を分離したものがXMLコンバータである。

装置はPCB-REALMICS™による製造管理に必要な製造情報をCSV( Comma Separated Value )形式にしたうえで、TCP/IPソケット方式でXMLコンバータに送信する(図4)。CSVデータを受け取ったXMLコンバータは、あらかじめ決められているIPC254Xに準拠したXMLフォーマットに変換した後、SOAPによってPCB-REALMICS™のサーバにデータを送信する。ここで、XMLコンバータは複数装置の中継もできるようになっている。

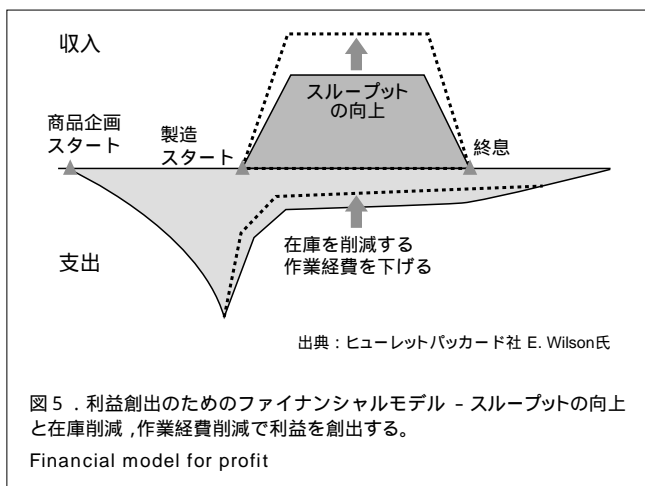


#### 5 適用と効果

PCB-REALMICS™の導入目的は、プリント基板製造現場での利益創出にある。製造現場で利益を創出するにはショップ全体のスループットを向上させ、在庫を削減し作業経費を削減することが必要である。製造現場での利益創出のためのファイナンスモデルを図5に示す。

5.1 スループットを向上させるために  
スループットを向上させるには、製造ショップ中のボトルネックを抽出し、ボトルネックの製造効率を上げることで製造ショップ全体の能力を向上させていくことが必要である。各工程間の仕掛りを調べて、直前に仕掛りが多く停滞している工程がボトルネックである。稼働中の製造現場で、現場管理者





がボトルネックを探すことは非常に時間を費やす。しかし、PCB-REALMICS™は常に仕掛り数を監視しているので、どこに仕掛りがたまっているか即座に見つけられる。ボトルネックを見つけれれば、従来の手法で、その工程の能力向上が可能になる。もしもその原因が品質問題によるロスならば、品質分析機能を使って必要な改善アクションを起こすようにする。

#### 5.2 仕掛りを削減するために

仕掛りが多くなる理由は工程間の能力バランスが取れないことも大きな要因である。スループットはボトルネックに制約されるので、その他の工程はボトルネックと同じ能力で働くようにして仕掛りを最少にできる。仕掛りのコントロールには後引き生産などの従来の方法が用いられる。重要なのは目標とする仕掛り数の限度設定である。

PCB-REALMICS™では常に現状の仕掛りを監視しているので、その仕掛数を基に最少仕掛り数の目標設定ができる。また、仕掛り数の上限を超えるとアラームを発生させ、問題を解決するためのアクションを促すことができる。かんばん方式などと組み合わせれば、よりの確な運用が可能となる。

品質低下によるライン不良で仕掛りが増えた場合には、PCB-REALMICS™の品質管理システムとしての機能を有効に活用することができる。

#### 5.3 作業経費を削減するには

作業経費には直接費と間接費がある。固定費となる部分を削減することはなかなか難しい。そこで、PCB-REALMICS™では間接作業費の削減に注目した。製造進捗や品質状況を一定レベルにキープするための間接作業の工数は、このシステムの導入で削減できる。現在の製造状況を机上のパソコン(PC)画面で確認でき、異常があればメール配信されるため、管理範囲を広げられる。顧客からのクレームにも、検

索機能を使って製品の製造履歴を即座に把握できる。また、品質レポートの作成も、品質履歴の分析機能を活用して工数の削減ができる。

#### 5.4 利益の創出

以上述べてきたように、スループットを向上させ、仕掛りを削減し、作業経費を削減すれば新たな利益が創出できる。製造現場で起こっていることをリアルタイムに報告・監視するPCB-REALMICS™を導入して、明確な狙いの下で、改善活動を継続すれば、おのずと効果が得られることを確信している。

## 6 あとがき

当社が推進するデジタルマニュファクチャリングの浸透によって、製造現場の管理にもデジタル化の波が広がりつつある。利益を創出するために、目標を設定し改善アクションを起こしていく管理者に対し、今回開発したPCB-REALMICS™は、有効な情報をすばやく目視化し改善アクションの展開を支援する。モノづくりの現場を変革するツールとして、今後も引き続き適用拡大を推進していく。

## 文献

- (1) 隅田 敏,ほか . 製造情報マネジメントシステム . 東芝レビュー . 55 , 4 , 2000 , p.5 - 8 .
- (2) IPC-2541 (Generic Requirements for Electronic Manufacturing shop floor Equipment Communication) Interim Final. May 2001.
- (3) IPC-2546 (Sectional Requirements for Specific Printed Circuit Board Assembly equipment) Interim Final. May 2001.
- (4) PC-2547 (Sectional Requirements for Electrics manufacturing Test Inspection and Rework Station) Interim Final. May 2001.
- (5) Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1, W3C Note 08. May 2000.



古賀 康隆 KOGA Yasutaka  
生産技術センター ソリューションプロジェクト担当主任研究員。生産システム開発業務に従事。  
Corporate Manufacturing Engineering Center



田中 裕之 TANAKA Hiroyuki  
生産技術センター ソリューションプロジェクト担当研究主務。実装品質管理システム開発業務に従事。日本ロボット学会会員。  
Corporate Manufacturing Engineering Center



水澤 英男 MIZUSAWA Hideo  
生産技術センター ソリューションプロジェクト担当。生産システム開発業務に従事。  
Corporate Manufacturing Engineering Center