

# 電子部品の自動検査システムの開発

富山職業能力開発短期大学校 滝 本 貢 悦  
浦 山 雅 博  
早 川 英 等  
秋 山 等

Development of Automatic Measurement System for Electronic Components

Kouetsu TAKIMOTO, Masahiro URAYAMA,  
Ei HAYAKAWA, Hitoshi AKIYAMA

**要約** 近年、Windows環境の基本ソフトへ急速に移行するにともない、それまで製造現場において構築してきたシステムを、Windows環境に対応できるように改良・改善する要求が増大してきた。今回、その一環として地元の事業主団体からの強い要望もあり、電子部品の自動検査システムを具体的な対象として開発を行った。電子部品としては、トランジスタを試料とし検査データの収集から良否判断をするハードウェアとソフトウェアを開発した。さらに、そこから得たデータをもとに不良率やバラツキなどの統計処理を行い、製造工程にフィードバックするシステム作りを主な目的とした。

本システムは、電子部品の検査装置（ハードウェア）の部分と、それらを用いて良否等を判断するためのソフトウェアの部分、および、電子部品のデータをとったものから各種統計処理するプログラムの3つの部分から成り立つ。最終的に、それらを統合した安価で柔軟なパソコン・システムづくりをめざした。

その結果、従来のMS-DOSの環境で作られたシステムより効率的でGUI(Graphical User Interface)の面で使いやすいシステムが構築できたので報告する。

## I 本研究開発の背景

電子部品等の製造環境は激変しており、それにもなるとなって検査環境を取り巻く市場動向も大きく変化している。他社との競合は激化しており、いかに新製品をより早く市場に投入するかが、より重要となってきている。また、技術革新の一層の向上により新技術開発の短期間化、そして、その低価格化がますます激しくなっている。

このような背景から、検査の自動化の必要性は、急速に高まってきた。地元の事業主団体である富山県電子電機工業会に加盟している電子部品や電子機器製造業においても、解決すべき課題として模索されている。このことから、事業主団体研究開発事業のテーマとして加盟企業の4社と共同で実施することとなった。

本研究開発では、電子部品製造時における検査時間の短縮化を進める方法の構築と、Windows環境の使用で検査結果のデータを保存・解析することにより、製造工程へのフィードバックを図りトータル的な流れを構築する。さらに、測定ミスの低減化により、電子部品製造の品質の安定化を図ることを目的として進めた。

## II 現状での問題点

電子部品や電子機器製造業の中でも、特に中小企業における製品検査システムの現状での問題点について次に示す。

(1) 製品検査は、さまざまな方法で行われているが、

その検査結果を統合、分析し、製造工程へ反映するようなシステムを構築しているケースは少ない。

- (2) 検査装置にパソコンを利用しているが、スタンドアロンで使用されている場合が多く、他のパソコンより検査（生産）状態を把握することができなくなっている。
- (3) 検査装置に利用しているパソコンのソフトウェアは、MS-DOSアプリケーションを使用したものが多い。したがって、ソフトの変更などには専門の技術者が必要であり、最近のGUIを利用した初心者にも容易なシステムの構築には不向きとなっている。

### Ⅲ 本研究開発の構想

#### 1. 自動検査システム構成の概要

本研究開発を進めるにあたって、現状での問題点を明確にし、それらを改良・改善するための具体的な構想を次のとおりとした。

- (1) 制御PCのOSにはWindows95を使用する。
- (2) システムの筐体には、一般的な計測器のラックを使用し、表示器、パソコン本体、計測器、電源を組み込む。全体は写真1に示す。
- (3) 試料の接続が容易に行えるように治具を製作する。
- (4) 検査結果はパソコンに蓄積する。

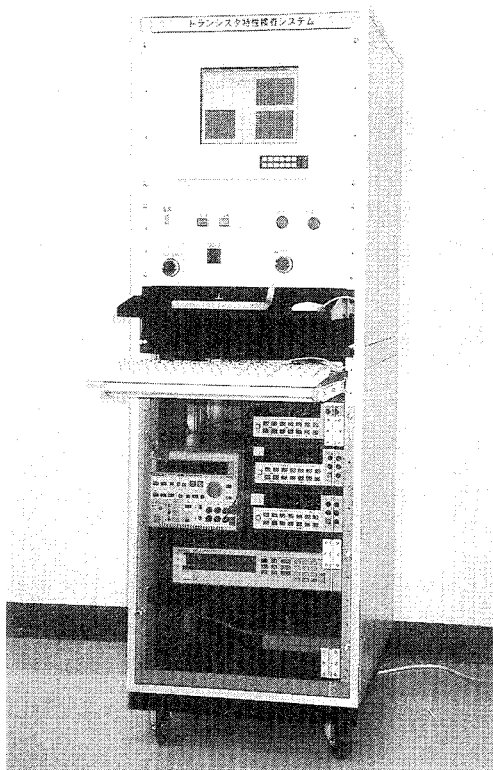


写真1 システムの全体

- (5) 作業終了時に測定結果の統計を出力する。
- (6) 生産現場での利用も考慮し、作業者がパソコンの基本操作を知らずとも操作可能なマンマシン・インタフェースを実現する。
- (7) 押しボタンによる起動、検査開始、終了などの操作を可能とする。
- (8) 検査結果は表示灯で表示する。パソコンのモニター表示はあくまでも補助とする。

#### 2. 検査対象の選定

検査試料には電子デバイスとして基本的かつ、他の測定にも応用が可能なことからトランジスタを選定した。検査項目はトランジスタの静特性・直流電流増幅率( $h_{FE}$ )とした。

#### 3. システムの動作仕様

- (1) システム起動ボタンによりパソコン、計測器の電源を入れ、制御アプリケーションを自動起動する。
- (2) アプリケーションが起動後、準備完了ランプを点灯する。
- (3) 治具に試料を挿入すると同時に連動で検査を開始する。
- (4) 検査中は準備完了ランプを消灯し、検査中ランプを点灯する。
- (5) 検査終了後にブザーを鳴らし知らせる。検査結果は、OKもしくはNGのランプを点灯し、ランクをデジタル表示する。
- (6) システム停止ボタンにより、アプリケーションを終了し、Windows停止、パソコン、計測器の電源を切断する。

### Ⅳ 検査システムのソフト開発の方向性

電子部品等の検査システムを動作させるためのソフトウェアを構築するには、大きく2つの方法が考えられる。

第一には、従来のBASICやC等のプログラミング言語で開発する方法である。この方法は、汎用性のある言語であるため馴染みの深い技術者が多くいる点で優位である。しかし、大きなシステムを作り上げるためには長い開発期間を必要とする。

第二の方法として、パソコンのGUIでビジュアル・プログラミング(ここではHP-VEE)していく方法である。この方法は、基本的には、マウスのドラッグ・

アンド・ドロップでプログラミングするものでデータ取得やグラフ表示などを表すアイコンをパソコンの画面上に表示させ、これを線で結んでプログラムを組むものである。プログラム記述をしなくてもすむので、

開発は比較的短時間で出来るメリットがある。

今回の検査システムを開発するにあたっては、それぞれの特長を生かせる事例を構築するという事で、両方のアプローチを試みることにした。

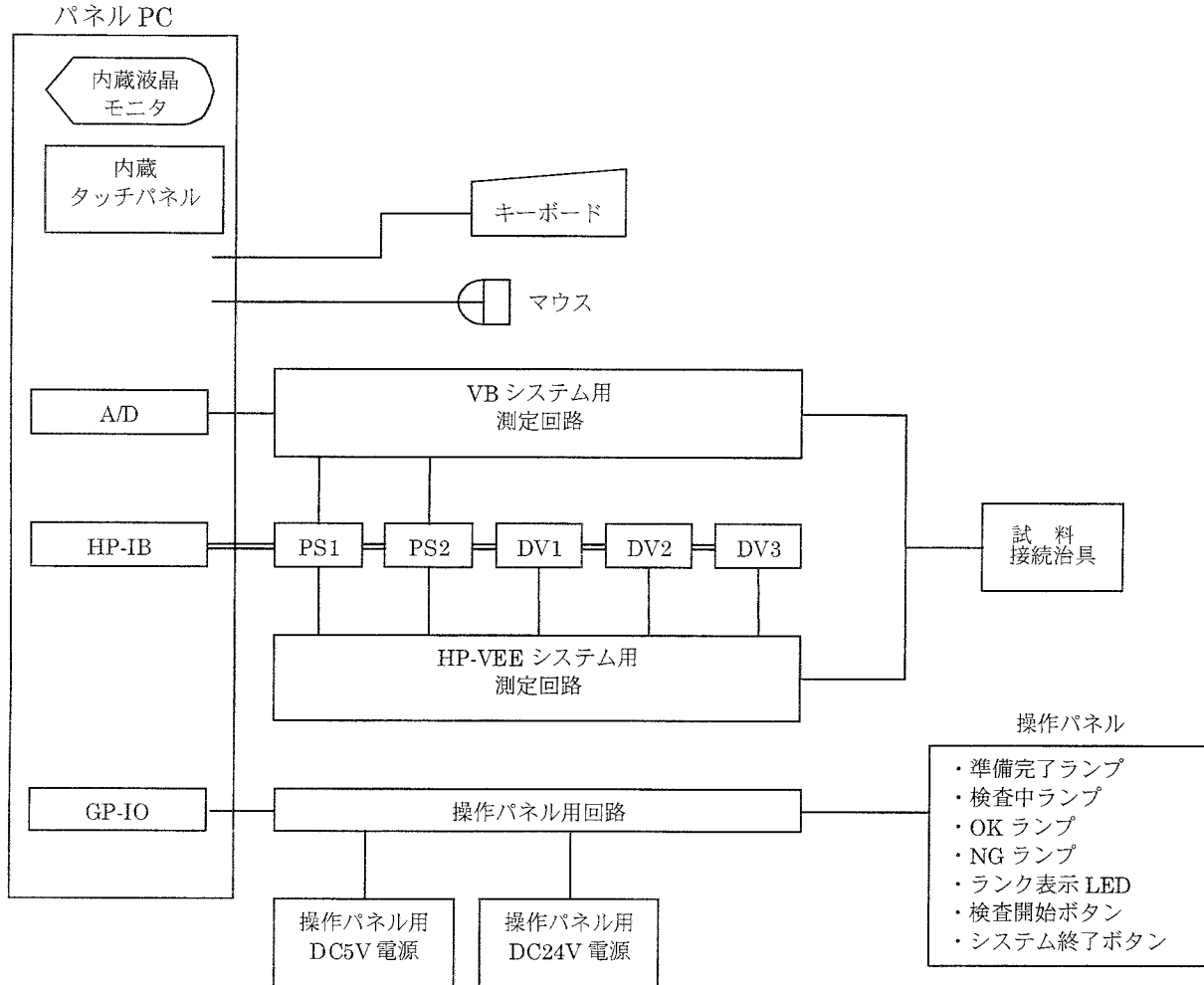


図1 システムの全体構成

表1 使用した要素機器

記号	装置名称	用途
PS1	直流電源装置	ベース電源用
PS2	直流電源装置	コレクタ電源用
DV1	デジタルマルチメータ	ベース電流測定用
DV2	デジタルマルチメータ	コレクタ電流測定用
DV3	デジタルマルチメータ	コレクターエミッタ間電圧測定用
A/D	A/Dボード	VBシステム用
HP-IB	HP-IBボード	計測器制御用
GP-IO	GP-IOボード	HP-VEEシステム操作パネル制御用
パネルPC	パネルコンピュータ	メイン制御用

全体のシステム構成を図1、構成要素を表1に示す。VB(Visual Basic)を使用するものは、A/DとDIOボードで実現をはかる。他方、ビジュアル・プログラミングツール(HP-VEE)を使用するほうは、計測器をGP-IBで制御し、さらにDIOボードを併用して行う。

図2は、第一のプログラム開発言語(Visual Basic)で最終的に検査したデータを表示したものである。

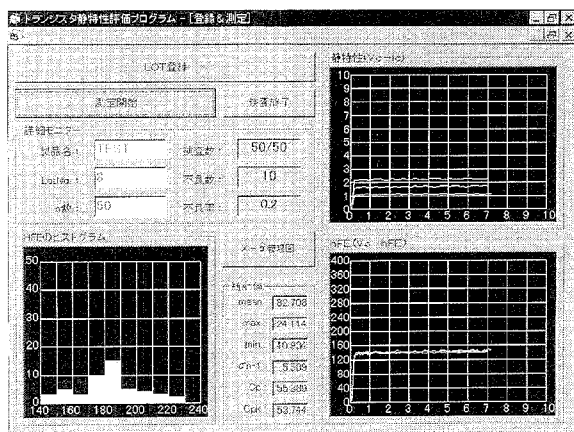


図2 VB利用での表示結果

つぎに、第二の方法であるビジュアル・プログラミングツールを利用して最終データ取得表示したものを図3に示す。

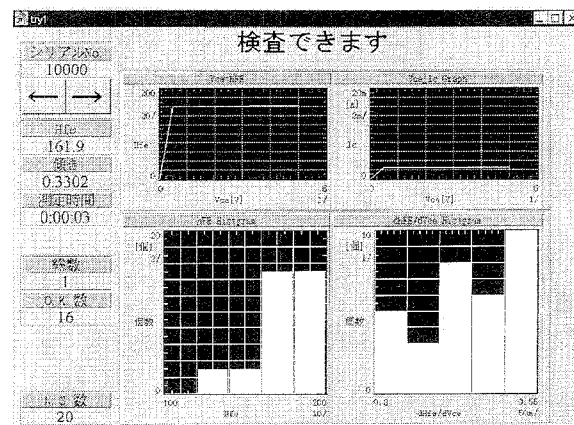


図3 HP-VEE利用での表示結果

## V VBによる検査システムの開発事例

プログラミング言語(VB)を使用した開発について紹介する。

### 1. 概要

今回作成したシステム構成図を図4に示す。自作した測定治具にトランジスタを差し込み測定を行う。な

お、計測は市販の12bit A/D変換ボードを使用した。

また、パソコンはパネル・コンピュータを用いることにより、容易に操作ができるとともにシステムラックに組み込み小スペースで運用できることを想定して製作した。

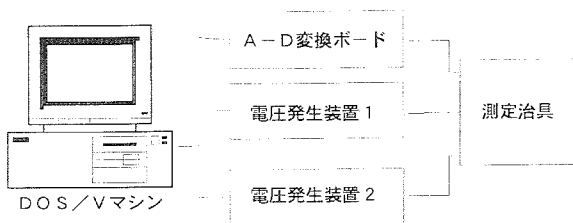


図4 VBでの測定構成

### 2. 本検査システムのねらい

トランジスタを試料として、検査システムを開発するにあたっては、測定から良否判定そして工程管理機能を備えたものをねらいとした。特に工程管理に関しては、現場レベルに必要な工程管理機能を搭載し、QC活動やボトムアップ形式による品質の向上を図ることとした。具体的な機能としては、以下の6項目に大別できる。

- (1) トランジスタの静特性測定 ( $V_{ce} - I_c$  グラフ)
- (2)  $h_{FE}$  算出、グラフ表示
- (3)  $h_{FE}$  によるOK/NG判定
- (4)  $h_{FE}$  のヒストグラム
- (5) 工程能力指数、不良数、不良率、その他統計値の算出
- (6) 管理図の作成 ( $\bar{x} - \sigma$  管理図)

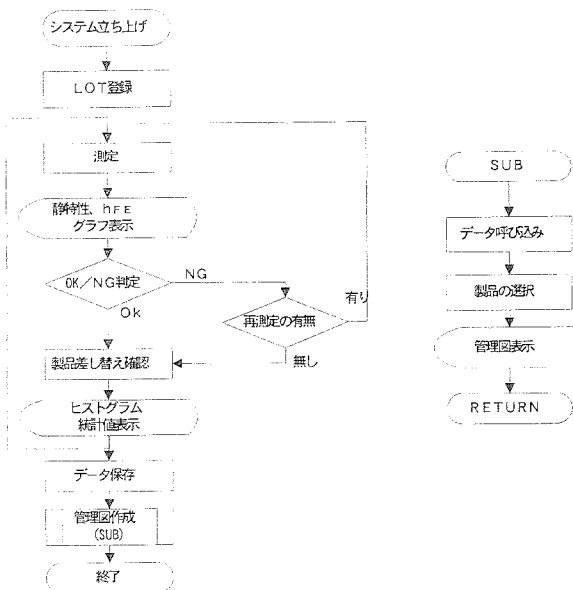


図5 フローチャート

### 3. プログラムフローチャート

今回作成した検査システムを動作させるためのソフトウェアのフローチャートは、図5のとおりである。

### 4. 検査システム紹介

今回作成したシステムのモニタに表示される画面を図6に示す。この画面上で試料の静特性から、 $h_{FE}$ のヒストグラム、さらに各種統計値を表示する。

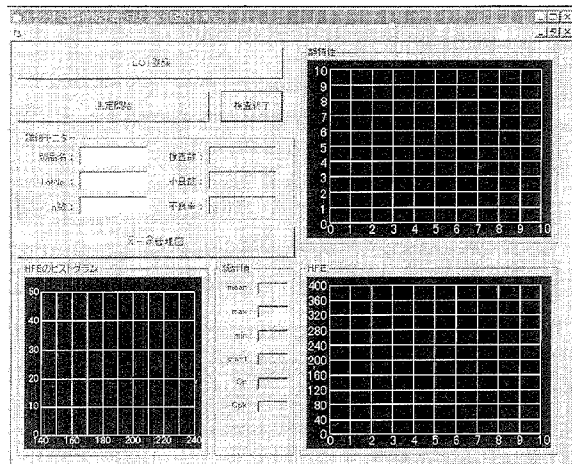


図6 全体の表示フォーム

### 5. 測定

測定を行う際には、まずロット登録を行わなければならない。図6のロット登録ボタンをクリックすると図7のロット登録フォームが表示される。所定の欄に製品名、ロットナンバー、検査数を登録し、フォームを閉じる。ファイルの保存は、製品名がフォルダとなり、その後にはロットナンバーでファイル名を作成する。

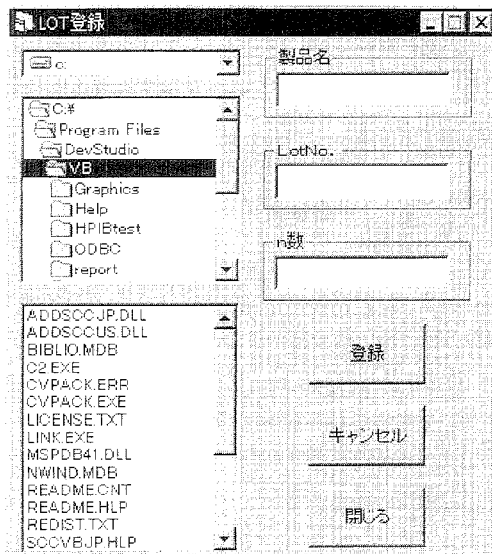


図7 ロット登録フォーム

次に試料を治具に挿入し、図6の測定開始ボタンをクリックすると測定が開始される。試料個々の測定が終了すると、その試料のOK/NG判定が行われる。OKならば「次の試料に差し替えよ」というメッセージボックスが表示され、次の試料の測定に移る。NGならば「NGです！再評価しますか」というメッセージボックスが表示され再検査の有無が確認される。OK/NGの判定は、ある一定の $I_{B}$ 、 $V_{CE}$ 時の $h_{FE}$ 値で行うこととした。全検査数分の測定作業を繰り返すと、検査が終了しデータが保存される。

なお、工程能力指数、不良数、統計値、ヒストグラムなどは、現在の状態を把握するために、試料個々の測定が終了するたびに計算を行いモニタに表示される。ここで、各値の算出に使用される値はOK/NGで使用された値で行っている。

ヒストグラムは本来、検査が全て終了した後に最大、最小、区間の幅などを求めて作成される。本システムでは、規格値の幅に対してどのような分布を示すかをわかりやすくするために、あらかじめ枠を設け直接プロットしていく方法にした。従来は、ヒストグラム度数分布が中心であったため、データによってスケールを変化させるが、本システムでは、規格値を中心としたため、規格値に対してどのような分布をしているかが、わかりやすくなる。また、スケールが固定のため見間違いなどのヒューマンエラー防止にもつながる。

### 6. $\bar{X}-\hat{\sigma}$ 管理図

管理図とは、QC手法の一つであり工程が管理状態で行るか無いかを判断するためのものである。管理図の優れているところは、継続的にデータを収集することにより工程の異常を検出できるところにある。

一般的には $\bar{X}-R$ 管理図がよく用いられるが本検査システムでは、 $\bar{X}-\hat{\sigma}$ 管理図を採用した。その理由は、従来の検査システムにおいて、全数検査の形を取っているが、OK/NG判定のみを行っている場合が多い。したがって管理図を書くときは、ある任意の数を抜き取って行われるため、ばらつきのファクターとして、 $R$  ( $\max$ 値 $-\min$ 値)を用いる。本システムでは、検査の全数データでの統計値をとっているため、その特長を生かし $R$ などではなく $\hat{\sigma}$ を採用し、検出精度の向上を図った。

本検査システムで $\bar{X}-\hat{\sigma}$ 管理図を作成する際は、図6の管理図ボタンをクリックし、図8の管理図作成フォームを表示させる。さらに、製品の選択を行うと管理図が表示される。画面上には10ロット分が表示され、

図8の下側のスクロールバーを移動すると管理図がスクロールするようになっている。

### 7. 検査結果

実際にトランジスタを検査した結果を下記に示す。

#### (1) 測定結果

図2に、トランジスタ2SC1815Y (Yランクは $h_{FE}$ が120~240)を50ヶ測定した結果を示す。 $I_B$ 値を $5\mu A$ 、 $10\mu A$ 、 $15\mu A$ 一定時で $V_{CE}$ を0Vから5Vまで0.1Vステップで変化させた。その静特性( $V_{CE}-I_C$ )および $h_{FE}$ グラフをリアルタイムにモニタ上に表示する。今回測定した50ヶの試料において、 $h_{FE}$ の平均値は182.7となった。

$h_{FE}$ のヒストグラムは、140から240まで10段階に表示している。OK/NGの判定は、 $h_{FE}$ の値が170から210の範囲をOKとし、それ以外をNGと設定した。この設定においては、10ヶの不良数があり、不良率0.2となった。

さらに、この検査システムの安定性を同一トランジスタで測定した。測定は $h_{FE}$ で行い室温 $25^{\circ}C$ において5分間隔(自動測定に要する時間は20秒程度)で30回繰り返した。結果は、174.4から174.9の範囲で良好な結果が得られた。

#### (2) 管理図の結果

図8に管理図の結果を表示する。この図において、上は $h_{FE}$ の平均値、下は標準偏差を示す。今回の測定にあたっては、1ロット20ヶの試料を20ロット測定したものである。今回の上方(UCL)および下方管理限界(LCL)の設定に対し、管理はずれが $h_{FE}$ の平均値の図で12、13、20のロットにみられる。

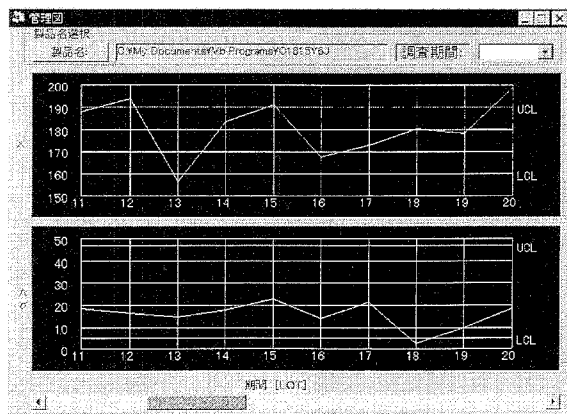


図8 管理図の表示結果

## VI まとめと今後の課題

今回の限られた期間での目標設定に対し、データ取得から統計解析までの系統だった一連の検査の流れを、Windows95環境において構築した。

しかし、試行や評価の期間が十分に取れなかったことで、更なる改良に向け、今後も継続する必要がある。

今回の開発より得た成果、問題点から今後の課題を検討する。

#### (1) 自動検査システムとしての問題

本開発事業は、自動検査システムであったが、結果的に完成したものは、パソコンを利用した半自動検査システムとなってしまった。真に自動検査システムを目指すならば、試料の搬送、交換なども自動化すべきであろう。

#### (2) 検査結果(統計データ)の利用方法

今回製作した検査システムの出力する検査データおよび、統計データは、そのシステム内に保存されている。これらのデータを単なる検査システムのデータとしてではなく、製造工程や生産管理システムの一部とするには、LANを利用した外部とのデータのやり取りを検討していかなくてはならないと考える。

## VII おわりに

今回は、検査モデルとして他の素子でも適用しやすいと考えられるトランジスタを例にとって良否判断と各種統計処理を行った。

富山県電子電機工業会に加盟している企業の中でも電子部品製造は多くしており、対象品目においても、抵抗、コンデンサ、センサ、IC、ダイオード、機構部品など多彩である。したがって、複数の企業による研究開発事業の具体的対象素子を見つけることは容易ではない。しかし、いずれの素子でも、検査の方法やデータ処理には共通要素があり、たとえ自社の製造品目と違った素子でも、わずかな手直しで適用可能である。

平成9年度の事業主団体研究開発事業の認定を受け開発を進めてきた。その結果、本事業の趣旨である事業主団体の傘下企業が抱える技術課題に関して、職業能力開発短大の教官と施設設備を利用して団体内の参加希望企業と開発を進めた。そこで得られた成果を広く傘下企業に公表し技術力向上をはかることに微力な

がら貢献できたことが幸いである。

おわりに、本事業にご理解とご協力をいただいた(株)富山県電子電機工業会の事務局と技術委員会の方々、そして本研究開発に参加いただいた企業の関係各位に厚く感謝申し上げます。

**[参考文献]**

- (1) 三宅常之：“パソコンが変える測定システム”日経エレクトロニクス、日経BP社、1997.7 P60～P70
- (2) トラ技コンピュータ編集部：“パソコンによる計測・制御の実践入門”、CQ出版社、1996.1
- (3) 東芝編：“小信号用トランジスタデータブック”、東芝、1998 P356～P361