

計測データのビジュアル評価ツールの開発

水野和康*¹、伊藤俊治*¹

Development of Visual Evaluation Tools for Measurement Data

Kazuyasu MIZUNO and Shunji ITO

Industrial Technology Division, AITEC*¹

GUI機能を持たず、紙出力が中心の旧式3次元測定機にウィンドウズパソコンを接続し、そのテキスト出力データの電子化および、ビジュアルな評価を可能とするシステムを開発した。このシステムでは、出力されたテキストから高さデータを半自動で切り出し、単純なグラフ化、測定径路に沿ったグラフ化、点を膨張させて得た面のカラー表示・立体表示を行なうことができる。また、それとは別に高精度レーザー変位計、精密XYテーブル、パソコンを用いて、複雑形状試料、軟質試料の平面度を評価する簡便な非接触測定システムを開発した。このシステムの測定精度は2 μ m程度であった。

1. はじめに

IT技術の進歩にともなって、機械計測の分野でもビジュアル性に富んだ表現がなされるようになり、その形状誤差の特徴を人間に分かりやすい形で表現できるようになってきた。また、その出力は電子媒体へなされるようになり、再利用性も高まってきた。しかし、それは新しい機器を導入した場合であって、現場で多数稼働しているWindows95発表以前の測定器においては、データの電子化、測定結果のビジュアル化などが不十分であるのが現状である。ここで旧式の機器にビジュアル化された出力をさせるためには、ソフトウェアの更新やハードウェアを含めたレトロフィット等が考えられるが、コストパフォーマンスを考慮すると実現は困難な場合が多いと思われる。

そこで当所で現在稼働中の3次元測定機を対象として、これにパソコンを接続して出力データを電子化し、さらに測定結果をビジュアルに評価できるシステムを開発することとした。また同時に、当所の現有機器では測定することが困難であった軟らかい試料、形状が複雑な試料などの測定を可能とするため、高精度レーザー変位計を導入し、簡便な非接触測定・評価システムを構築することとした。なお、本年度はいずれも平面の評価を中心に開発を進めた。

2. 3次元測定機による評価システム

2.1 システム構成

3次元測定機（平成3年度導入、カールツァイス製UPMC 550 CARAT）を用いて開発したシステムの構成を図1に示す。3次元測定機の動作に支障をきたさないようにするため、また、出力のログを確実に残すため、

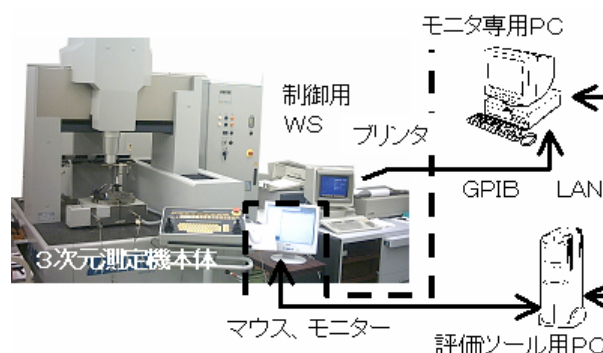


図1 システム構成

構成機器間をつなぐGPIBからモニタリング専用PCでプリント出力データをロギングすることとした。さらに、LAN接続したもう1台のPCを準備し、そのPCでビジュアル評価ツールを稼働させることとした。ここで使用したPCは通常のWindowsパソコンとし、データの再利用性に配慮した。また、3次元測定機操作パネルの近くに表示パネルとマウスを配置するなど、測定効率の向上を目指した。

2.2 ソフトウェア

3次元測定機のGPIBプリント出力のロギングソフトは、すでに当所で開発済みのものを用いることとし、今年度は以下のソフトを新たに開発した。

2.2.1 モニターソフト

このソフトは、現在測定中の3次元測定機の直前出力を動的に表示するウィンドウと、出力済みの任意部分を静的に表示するウィンドウの2つからなる（図2）。両者の表示領域は編集不可のリッチテキストボックスであり、文字容量の制限はない。前者はモニター専用で、画面をスクロールすることもできるが、新たな出力がある

*1 工業技術部 機械電子室



図2 モニターソフト

と自動的に最新出力表示部に移動する。後者は評価用ウィンドウで、現在の測定結果と過去の測定履歴との比較のため、指定行ジャンプ、検索、マーキングなどの機能を持たせた。また、評価範囲を設定して新たにテキスト抽出・体裁調整ウィンドウを開いたり、ビジュアル評価ツールを起動したりする機能を持たせた。テキスト抽出・体裁調整ウィンドウでは、特定要素・アドレスを指定して取捨選択し、体裁を整え、レポート出力のための一覧表表示をすることができる。一方、ビジュアル評価ツールの起動では、POINTデータを自動的に切り出し、CSV形式でテンポラリファイルに保存してから下記の3種類のツールを起動させる。なお、その3つのツールはCSV形式で保存されたXYZ座標値ファイルを準備すれば、それぞれ単独で動作させることもできる。

2.2.2 グラフツール

このツールは測定点高さを順番にグラフ表示するものである。測定平面は自動的に選択され、簡単な統計処理とグラフの位置調整ができる。また、測定ミスなどによる特異点があった場合は、その点をコメントアウトして再描画させることも可能とした。

2.2.3 測定径路に沿ったグラフツール

一筆描き状の径路上で測定された高さを径路に沿ってグラフ化するものである(図3)。通常のPOINT測定による第1座標値出力の後に、通常は出力されない第2,3

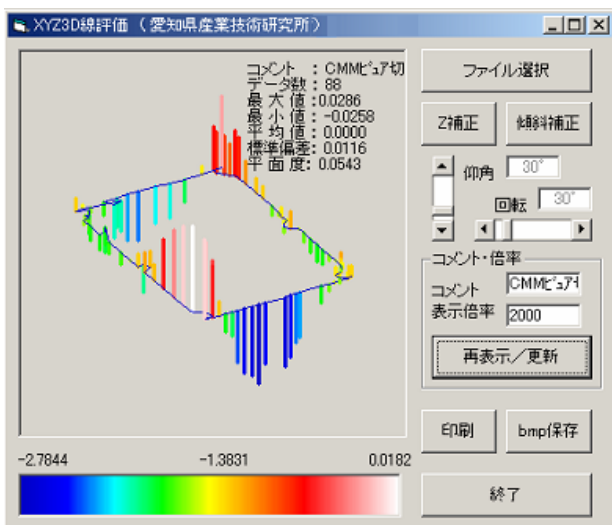


図3 径路に沿ったグラフツール

座標値を出力させ、その座標値で径路を表示する。さらに、第1座標値を拡大して径路上にプロットすることにより立体的なグラフ表示を行なう。このツールでは統計処理、任意点の削除のほかに、傾斜補正および試料を回転させて表示することができる。容器のキャップ、帯状シール面の平面度評価等に効果的である。

2.2.4 面のカラー表示・立体表示ツール

測定面上の任意位置における高さを測定し、それを面に拡張して表示するものである。測定径路に沿ったグラフツールと同様、3つの座標値を用いるが、位置座標は正方格子状に再配置させる。同じ格子状に複数の測定点が割り付けられる場合は、高さの平均値を用いる。この格子の高さ値を周辺の無データ格子に適当な回数だけ膨張させることにより、形状をある程度残しつつ孤立点を面に拡張することができる(図4)。膨張は試料の形状に応じて4近傍、8近傍、4/8交互の3パターンから選べるようにした。複数方向からの膨張の交点では平均高さをを用いた。また、面の外形を確定した後、境界のスムージングのため、画像処理で用いられるのと同様な平均化フィルターを任意回数かけられるようにした。ここで用いたのは8近傍単純平均であるが、処理回数を多くしてもオリジナル点の高さが変わりにくくするため、特別に重み付けができるようにした。最終的な表示は、図5のような高さに応じたカラー表示、または立体表示を行なう。このツールは組み立てジグのベースプレートなど、任意形状平面の平面度評価に適している。

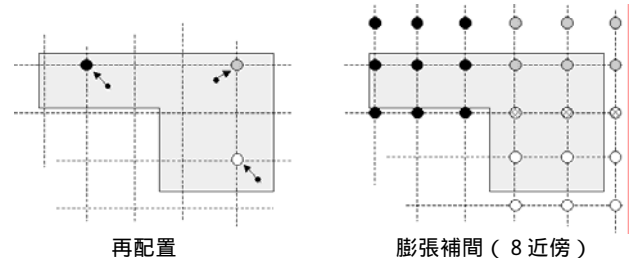


図4 孤立点を面に拡張する

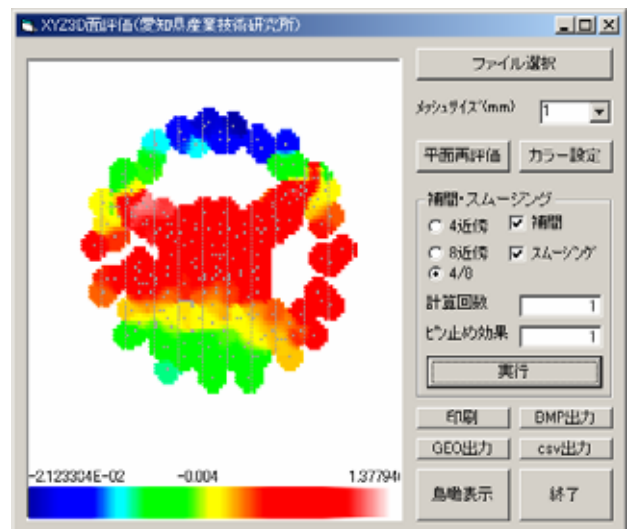
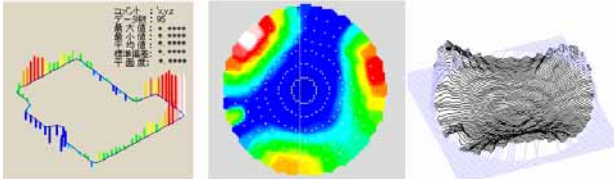


図5 面のカラー・立体表示ツール



1. 電子部品の接合面 2. 旋盤加工による円板(アルミ、t5、300)

図6 測定結果の例

2.3 測定結果の例

これらのツールの適用例を図6に示す。図6-1は車載用電子部品の接合面である。成形条件などによって生じる面の凹凸の傾向を一目で確認することができた。図6-2は、旋盤加工による薄板円板である。加工時にコレットチャックで固定した影響を3箇所凹凸として検出できた。

3. レーザ変位計による非接触測定システム

3.1 システム構成

このシステムは、精密レーザ変位計、精密XYテーブルと制御PCで構成されており(図7)、制御およびデータの入出力は、すべてRS232Cによるデジタル制御によっている。主要構成機器および開発システムの主な仕様を表1に示す。

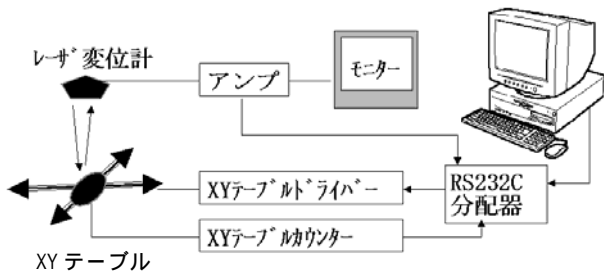


図7 システム構成

表1 使用機器および開発システムの主な仕様

レーザ変位計	メーカー、型式	オムロン(株)、Z300-S5
	測定モード	拡散反射、正反射
	測定距離	50 ± 5mm、44 ± 4mm
	ビーム形状	30 μm × 400 μm TYP.
	分解能	0.1 μm
超精密XYテーブル	メーカー、型式	京セラ(株)、WT2020
	X-Yストローク	200mm × 200mm
	真直度	0.2 μm/100mm (X軸、Y軸)
	位置決め精度	± 1 μm
	パルス送り量	0.5 μm
	送り速度	最大 20mm/sec
非接触測定システム	サンプルレート	最高 3ポイント/秒
	測定モード	垂流(高速)、逐次停止(精密)
	測定時間の例	100mm角2mmピッチを最速 15分

3.2 ソフトウェア

開発したソフトウェアは、測定ツールと評価ツールの2本である。測定終了後、後者は前者から起動することができるが、それぞれ独立に動作させることもできる。

3.2.1 測定ツール

測定ツールの設定画面を図8に示す。ここでは測定範囲、点密度、モードと速度を設定してから自動測定をスタートさせる。測定モードには指定位置への位置決めを確認してからデータを取り込む精密モードと、位置確認をせずに垂れ流しでデータを取り込む高速モードがある。測定径路は時間短縮のため、X方向の行き・帰り両方でデータを取り込むようにした。測定が終了すると、評価ツールの起動ボタンがイネーブルとなり、そのまま評価に移行できる。

3.2.2 評価ツール

評価ツールの画面を図9に示す。このツールでは、評価領域設定機能として、試料/背景境界近傍点の自動除去、汚れや錆などによる特異点の自動除去、さらに手動による任意点除去機能を持たせた。また、シンプレックス法による傾斜補正および球面形状補正機能を持たせた。これにより平面度評価、球面形状評価を容易に行なうことができる。さらに、単純な膨張や、画像処理で多用さ

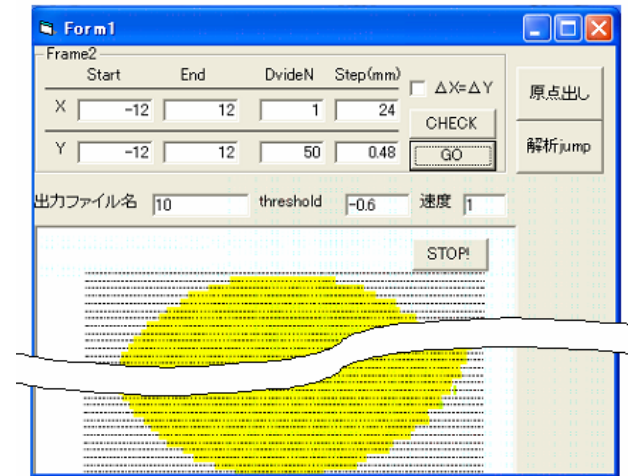


図8 測定ツール

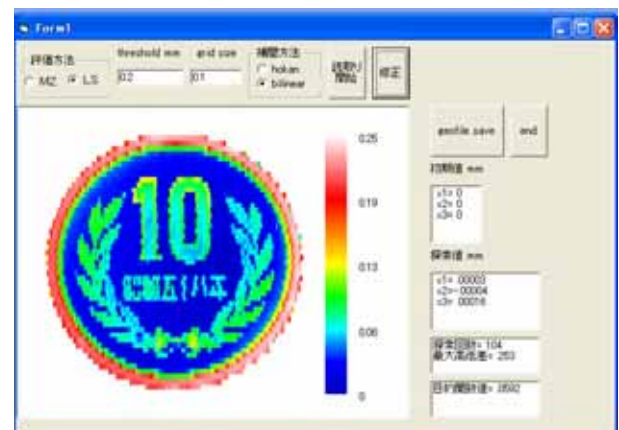
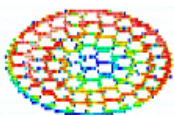


図9 評価ツール

れている双線形補間機能を与えることにより、測定データを正方格子状に拡張することができるので、別途開発済みのトポグラフィック表示ツールを用いて観察することもできる。

3.3 精度確認

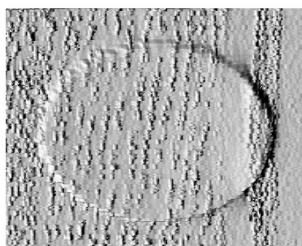
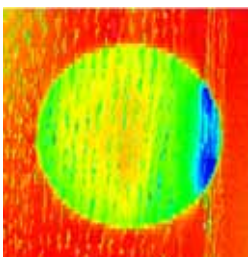
平面度 30nm のオプチカルフラットを用いて本測定システムの測定精度調べた。レーザ変位計は正反射モードに設定し、60mm 角の領域を 6×6 の格子点で測定した。なお、安定した状態でデータを取り込むため、各点での XY テーブル静止時間を約 1 秒とした。1 測定に要する時間は約 2 分であった。評価は最小領域法による平面度で行なった。5 回の繰返し測定の結果、平面度は 1.3 ~ 1.5 μm、繰返し測定による不確かさ(A タイプ)は約 0.3 μm となった。



1. 抜き加工平板



2. 合成皮革の意匠



3. 木材へのプレス圧痕

図 10 測定例

3.4 測定例

このシステムの適用例を図 10 に示す。図 10-1 は抜き加工平板、図 10-2 は合成皮革製手帳表紙のメーカーロゴ、図 10-3 は木材に金属棒を押し当てたときの圧痕である。なお、図 10-2、3 に示したトポグラフィック表示は、双線形補間によるグリッドの正方格子化が施してある。この測定システムは形状が複雑なもの、軟質のものなど、接触式では測定できないものや、全体の凹凸形状を等間隔にくまなく測定したい場合などに有効である。

4. 結び

GUI 機能を持たず、紙出力が中心の旧式 3 次元測定機にウィンドウズパソコンを接続し、そのテキスト出力データの電子化および、ビジュアル評価を可能とするシステムを開発した。このシステムにより、3 次元測定機出力データの分析が容易になっただけでなく、今まで無視されがちであった試料形状誤差の傾向など、新しい知見を得ることができるようになった。さらに、当所で行なっている依頼試験などにおいて、評価ソフトと測定生データをセットで提供することにより、依頼者がじっくり自社で測定結果を検討することもできるようになった。また、レーザ変位計による非接触測定システムを開発し、今まで当所では測定することが困難であった軟らかい試料等の測定が簡単にできるようになった。

今後はシステムの完成度を高め、操作性の向上を図るとともに、外形形状の評価へも拡張してゆく予定である。