

論文

計測器校正用計測・データ処理プログラムの開発

長谷川守一* 水野裕正*

Development of a program for calibration of measuring instruments and data processing

Morikazu HASEGAWA and Hiromasa MIZUNO

Abstract In recent years, to cope with ISO standards or measurement methods, the standardization of electronic measuring instruments has been demanded. So far, we have developed a program for electronic measuring instruments with traceability, and for calibration of the instruments and processing of the data, which help engineers and managers in medium and small sized enterprises. The program we have proposed is for the software of electronic measuring instruments and tabular representations. We were able to obtain data in graphical representations and to process the data quickly and easily. In the present paper, we report on the software for calibration of two electronic measuring instruments and the new program.

Keywords Calibration, Data processing, ISO standard, Program, Traceability, Tabular representations, Graphical representations

1. 緒言

近年、国際化の進展に伴いISO規格や計量法へ対応した、新たな電気計測器の管理が求められている。そこで、中小企業を対象とした電気計測器のトレーサビリティに役立てるため、計測器校正用の計測・データ処理プログラムを開発した。

実際の計測器校正では、各種の計測器毎に異なった計測・データ処理プログラムの組み合わせが必要なため、プログラムの開発に際しては、これまでの研究成果¹⁾に改良を加え、パーソナルコンピュータ(PC)のウィンドウ画面から、被校正計測器の計測とデータ処理が容易に行なえること、同時に取得したデータを、より迅速・自動的に処理できること、さらに測定がリアルタイム・グラフィカルに確認しながら行なえること、等の機能の実現を目指して行った。

本文では、より高機能の計測・データ処理プログラムを開発し、2種の計測器校正用機器に適用して、実験・検討した結果、良好な動作が得られたので、その概要について報告する。

2. 実験方法

計測・データ処理プログラムの開発実験は、次のような開発環境及び計測機器を使用し、図1に示すような計測システムを構築して行った。

2.1 開発環境

計測及びデータ処理プログラムの開発には、計測プログラム開発ツールとしてグラフィカルソフトウェア(LabVIEW Ver.5.0)を、またデータ処理プログラム開発ツールとして表計算ソフトウェア(Excel Ver.7.0, Visual BASIC)をそれぞれ使用し、以下に示す計測器校正試験用のソフトウェアで構築した計測器(以下、ソフトウェア計測器と称する。)を試作した。

また、使用した計測機器は下記の通りである。

標準電圧電流発生器(GP-IB付)

デジタルマルチメータ(GP-IB付)

パーソナルコンピュータ(GP-IB付)

供試計器等：分流器，指示計器，デジタル計器

*技術評価室

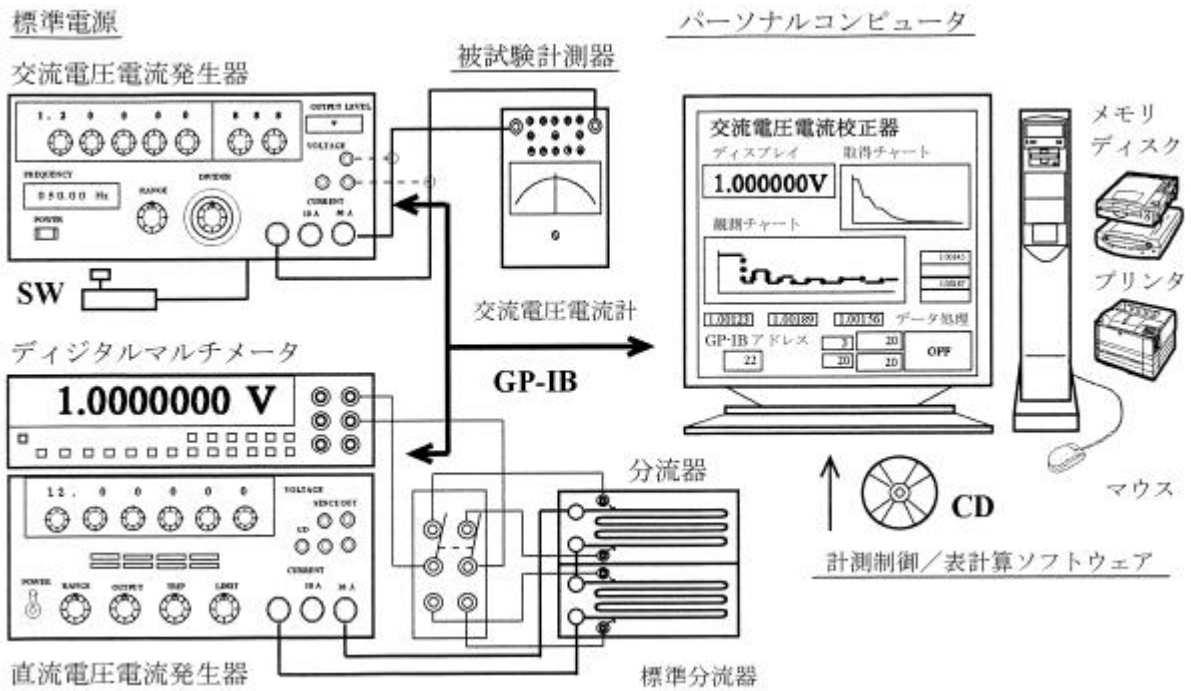


図1 計測システムの構成

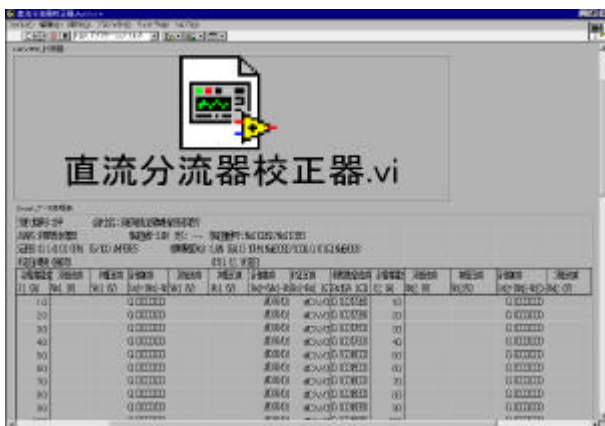


図2 直流分流器校正試験用のソフトウェア計測器

2.2 実験内容

(1) 直流分流器校正試験用プログラムの開発

図2に直流分流器の校正試験用に開発したソフトウェア計測器を示す。この画面(フロントパネル)は、一つの画面(ファイル)の上段にLabVIEW_計測器(ファイル)のウィンドウを、下段にExcel_データ処理表(ファイル)のウィンドウを、ActivX技術を使用して造り込み、双方の連携関係を明確にしたものである。

測定は、始めに上段のLabVIEW計測器のウィンドウを開いてGP-IBデータの取得(計測)とテキストファイルへの保存を行う。次に、下段のExcel_データ処理表を開いてマクロプログラムを実行し、取得データを自動的に取り込み計算処理を行う。この機能の実現により、デ

ータ取得後にデータ処理表を各種ドライブやフォルダから探す必要がなくなり、計測値をより速やかに計算処理できるようになった。

次に、図3、図4に、LabVIEW_計測器(直流分流器校正器)のフロントパネル及びブロックダイアグラムを示す。図3は、15 A分流器の校正終了時の画面を示している。図において、数値表示器は小数点以下8桁(科学表記法)とし、画面中央の取得データチャートは、右下の「データ取得ボタン」を押下(マウスクリック)する毎に取得データをプロット表示する。

下部の「観測データチャート」は、直流分流器校正器の動作(実行)中、繰返測定データをプロット表示し、測定データの経時特性や測定レンジ別の相関特性を確認できるように設計した。

図4のブロックダイアグラムは、フロントパネルと相互に連携しており、プログラム全体は、レンジ、ファンクションの設定回路など数枚のシーケンスから成り立っている。この画面のシーケンスは各種の函数を使用して造りあげたもので、測定/演算/表示/保存等の機能の論理ダイアグラムを示している。

また、図5、図6にExcel_データ処理表(分流器校正器用)及びデータ処理表マクロを示す。図5のデータ処理表は、校正値の行に示したように、前記の15 A分流器を校正する際に必要な計算式を予め入力してある。図は標準器と被校正器について、1 Aから15 Aまで15点を往復計60点測定し、計算処理した結果の例である。

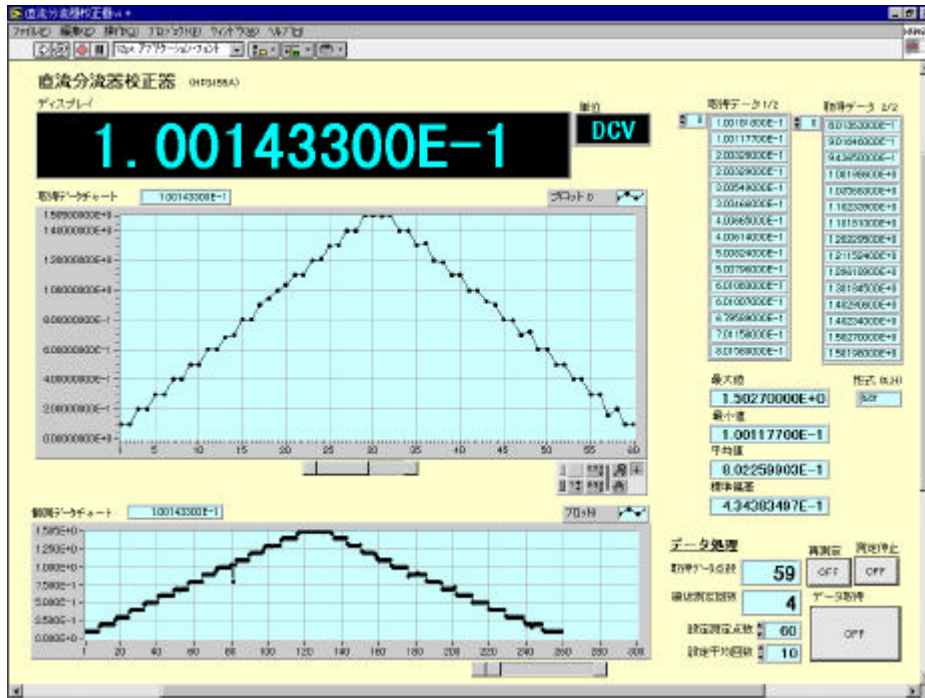


図3 直流分流量校正器のフロントパネル

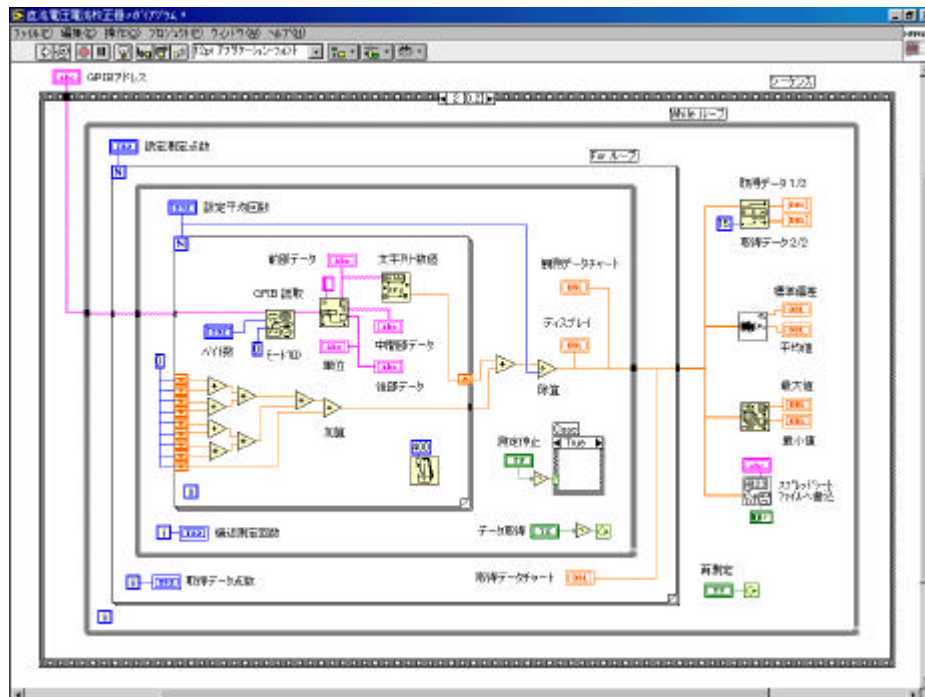


図4 直流分流量校正器のブロックダイアグラム

図6のデータ処理表マクロについては、使用の実態に合わせて3種類のマクロを作成した。これはそれぞれモード1:PCのフロッピーディスクを使用する場合,モード2:ハードディスクを使用しGP-IBデータを取得する場合,モード3:2と同様にGP-IBデータを取得した後,自動計算処理を行わせる場合(本図)である。

当所における通常の測定では、中小企業者からの依頼

内容が多岐に渡っていて統一することが困難なため、一旦、モード2でGP-IBデータを取得した後、手動でコピー・ペーストして自動計算処理することが多いが、試験点が同一である場合にはモード3での使用が能率良い。例えば、工場の検査ライン等、同種の製品を多数測定する場合、モード3での使用が有効である。この種の測定では分流器外付の直流電流計を校正する場合と分流器

受付番号: 評2000		会社名: 東京都立産業技術研究所		製造番号: No.110282				
品名: 標準分流器		製造者: LMN		形: ---				
定格: 0.1 OHM, 15 AMPERES		標準器 [Rn]: 1&X, 15A, 0.10HM, No.93082(出1.12.1校正)						
試験電流 I (A)	測定値 Vx (V)	修正値 Vc (V)	計算値 [Ia] =(Vc-Vx)/Rn (A)	測定値 Vx (V)	修正値 Vc (V)	計算値 [Rn] =(Vc-Vx)/Ia(Ω)	校正値 [Rc] =(Rn+Vx)/Ia(Ω)	標準抵抗値 Rn (Ω)
1	0.10018180		1.00008984	0.10011790		0.10010871	0.100110	0.10017280
2	0.20032801		1.99982440	0.20032801		0.10017330	0.100166	0.10017280
3	0.30054900		3.00023958	0.30048800		0.10014734	0.100151	0.10017500
4	0.40066488		3.99985051	0.40061388		0.10018225	0.100160	0.10017500
5	0.50082387		4.99924107	0.50079802		0.10017441	0.100168	0.10018000
6	0.60108288		6.00002975	0.60108888		0.10018733	0.100181	0.10018000
7	0.70115789		6.99988173	0.70115789		0.10018000	0.100173	0.10018000
8	0.80158001		8.00115798	0.80138299		0.10015588	0.100153	0.10018300
8	0.80164602		8.99903632	0.80164602		0.10018360	0.100184	0.10018360
10	1.00198803		10.00149755	1.00198803		0.10018380	0.100174	0.10018360
11	1.10233903		11.00318845	1.10188888		0.10013552	0.100148	0.10018360
12	1.20239485		12.00122728	1.20239485		0.10018100	0.100181	0.10018100
13	1.30184485		12.99492888	1.30184485		0.10018100	0.100181	0.10018100
14	1.40290584		14.00553011	1.40234005		0.10012760	0.100177	0.10016800
15	1.50289987		15.00179888	1.50197898		0.10012000	0.100144	0.10018800
15	1.50293005		14.99710536	1.50293005		0.10018800		0.10018800
14	1.40140200		13.99061588	1.40222204		0.10022881		0.10018800
13	1.30234088		12.99988002	1.30234088		0.10018100		0.10018100
12	1.20215702		11.99985047	1.20215702		0.10018100		0.10018100
11	1.10205996		11.00040288	1.10178894		0.10015898		0.10018360
10	1.00178888		9.99963058	1.00168887		0.10018460		0.10018360
9	0.90149802		8.99845803	0.90149802		0.10018380		0.10018360
8	0.80146487		8.00008888	0.80128488		0.10018050		0.10018300
7	0.70126188		6.99991884	0.70115789		0.10018867		0.10018000
6	0.60112202		6.00041844	0.60087588		0.10015588		0.10018000
5	0.50089300		4.99993013	0.50080182		0.10018180		0.10018000
4	0.40072501		4.00024988	0.40065700		0.10015800		0.10017500
3	0.30054000		3.00014874	0.30049700		0.10015400		0.10017500
2	0.20032801		1.99982440	0.20029889		0.10016879		0.10017280
1	0.10018280		1.00018588	0.10014330		0.10012371		0.10017280

図5 直流分流器校正器用のデータ処理表

```

Macro@DC_SHUNT_PC9812X113
'直流分流器校正器用 かつデータDATA読み・計算処理プログラム
'マクロ記号: 2000/18 ユーザ名: 技術評価室 長谷川

Sub MacroDC_SHUNT()
  Workbooks.Open Text FileName="C:\@DATA\#V1.TXT", StartRow=1, _
  DataType=xlDelimited, TextQualifier=xlDoubleQuote,
  ConsecutiveDelimiter=False, Tab=True, Semicolon=False, _
  Comma=False, Space=False, Other=False, _
  FieldInfo=Array(1, 1)
  Workbooks.Open Text FileName="C:\@DATA\#V2.TXT", StartRow=1, _
  DataType=xlDelimited, TextQualifier=xlDoubleQuote,
  ConsecutiveDelimiter=False, Tab=True, Semicolon=False, _
  Comma=False, Space=False, Other=False, _
  FieldInfo=Array(1, 1)
  ..... (途中省略)
  Windows("V1.TXT").Activate
  Range("A1:A60").Select
  Selection.Copy
  Windows("@DC_SHUNT.XLS").Activate
  Range("B39").Select
  ActiveSheet.Paste
  Windows("V2.TXT").Activate
  Range("A1:A60").Select
  Selection.Copy
  Windows("@DC_SHUNT.XLS").Activate
  Range("C39").Select
  ActiveSheet.Paste
  ..... (途中省略)
  Range("G39").Select
  Selection.Copy
  Range("B7").Select
  ActiveSheet.Paste
  Range("B40").Select
  Selection.Copy
  Range("E7").Select
  ActiveSheet.Paste
  Range("C39").Select
  Selection.Copy
  Range("K7").Select
  ActiveSheet.Paste
  Range("C40").Select
  Selection.Copy
  Range("N7").Select
  ActiveSheet.Paste
  Range("C77").Select
  Selection.Copy
  Range("K28").Select
  ActiveSheet.Paste
  Range("C78").Select
  Selection.Copy
  Range("N26").Select
  ActiveSheet.Paste
End Sub
  
```

取得データ
ファイルを開く

取得データファイルから
Excel データ処理表ファイルへ
データをコピー・ペーストする

データ処理表ファイル上でデータを
コピー・ペースト
(計算)する

図6 直流分流器校正器用のデータ処理表マクロ(編集画面)

そのものを校正する場合があります。同様のソフトウェア計測器で行えるが、測定方法とデータ処理方法が異なる。すなわち直流電流計の校正では、直流標準電流発生器を電源として、計器の指示(表示)を指示値(公称値)に合致させた時のデジタルマルチメータの測定値を、GP-IBデータで取得し校正値を算出する。

分流器の校正では同様の電源と切替器を使用し、定格電流付近に於いて標準分流器と被校正分流器の双方の発

生電圧を同様にGP-IBデータで取得し、その後データ処理表で自動計算処理して校正値を取得する。

(2) 交流電圧電流計校正試験用プログラムの開発

図7に交流電圧電流計校正試験用に開発したソフトウェア計測器を示す。この画面は前記と同様にActivX技術を使用して、上段にLabVIEW計測器、下段にExcelデータ処理表を同一画面に造り込んだもので、計測データの取得と処理を速やかに行うことができる。



図7 交流電圧電流計校正試験用のソフトウェア計測器

次に、図8、図9に、LabVIEW_計測器(交流電圧電

流校正器)のフロントパネル及びブロックダイアグラム(部分)を示す。図8は交流電圧電流計の校正終了時の画面を示している。表示しているのは、交流電圧電流計の電圧5レンジを往復測定した例である。

図において、GP-IBデータ表示器は小数点以下5桁(科学表記法)とし、画面右上の「取得データチャート」は、前記の分流器校正器と同様に右下部のデータ取得ボタンが押下されている時、取得データをプロット表示する。

しかし、ここでは交流電圧電流発生器からのGP-IBデータ出力はプリント信号を入力することによって得られるようにして使用しているので、データ取得ボタンを「押されたらスイッチ」に設定し、交流電圧電流校正器を動作(実行)状態にした後、データ取得ボタンを押下のままGP-IBデータを待受け状態にして使用する。

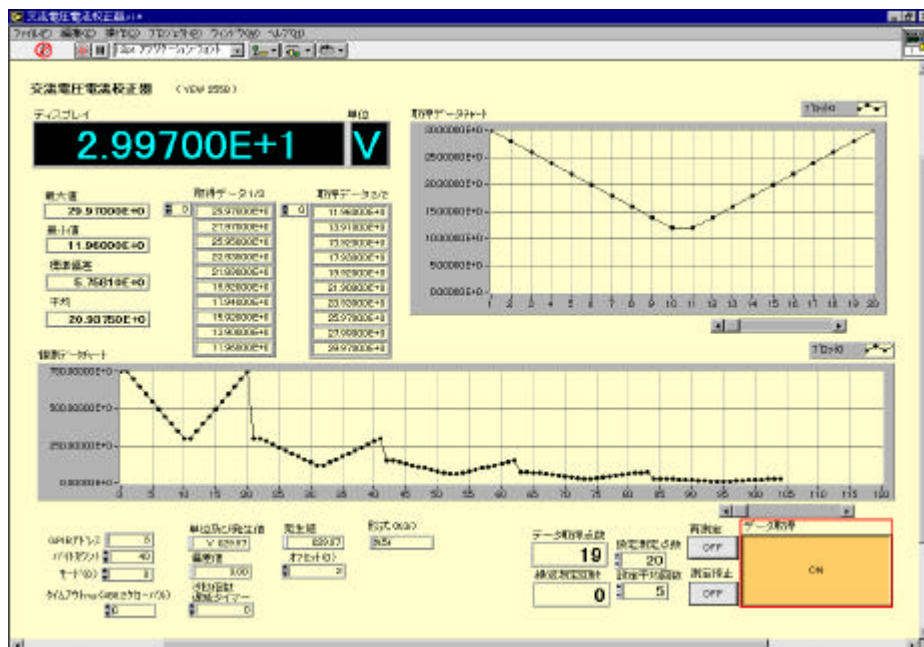


図8 交流電圧電流校正器のフロントパネル

図8の画面でLabVIEWが動作状態にあり、データ取得ボタンが「ON」になっているのは、このことを示している。グラフィカルプログラムは前記と大略同様であるが、図9のブロックダイアグラム(部分)に示したように、交流電圧電流発生器からのGP-IB文字列データの構成に合わせて、データ取得後の数値と単位の分離方法に多少の工夫が必要であった。また、図10にExcel_データ処理表(交流電圧電流校正器用)を示す。図10は前記の交流電圧電流計を校正する際に必要なデータ処理表とその処理結果を示しており、校正値の欄には必要な計算式を入力してある。図は交流電圧電流計(13レンジ)について、電圧5レンジ、各5点を往復、計50点測定し計

算処理した例である。マクロは前記と同様3種類を作成してあるが、設計思想は前記と同様であるので省略する。

この測定では、被試験計測器の安全を確保するため計測器の設定は手動で行い、発生器の電圧電流出力を手動で調整し、校正点において、図1に示した別設のマイクロスイッチ(SW)を押しプリント可信号を送って、発生器からのGP-IBデータを得るようにしている。しかし、工場での製品検査システム等に使用する場合には、発生器の制御と連動して常時GP-IBデータを得るようにする方法も可能である。

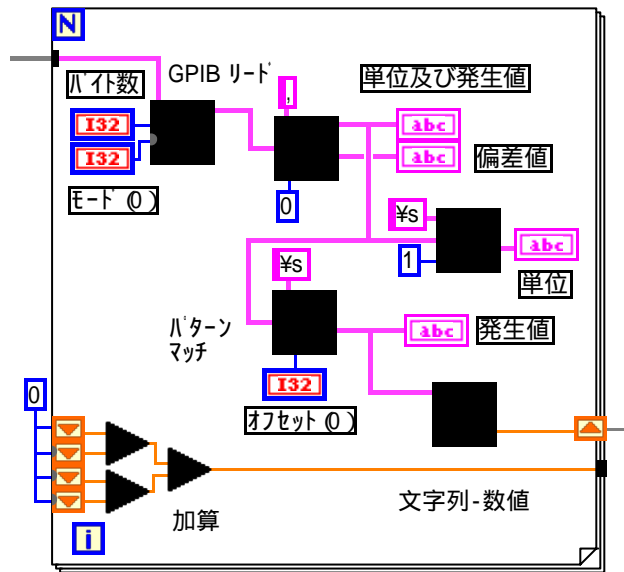


図9 ブロックダイアグラム(部分)

3. 実験結果及び考察

以上に述べた通り、2種のソフトウェア計測器の何れの測定に於いても、良好な試作(測定)結果が得られ、

グラフィカルプログラムによる計測とデータ処理の実用性を確認した。

特に、前回の研究をさらに進めて改良を加えソフトウェア計測器を開発した結果、PCのウィンドウ画面からLabVIEW_計測器とExcel_データ処理表が使用可能になり、取得データの一層速やかな処理が可能になった。

また、測定をリアルタイム・グラフィカルに行なえるようになり、LabVIEW_計測器のウィンドウを拡大表示した結果、判別が容易で使いやすいソフトウェア計測器のインターフェースが実現した。

この他、グラフィカルプログラムを使用した結果、必要に応じてドキュメンテーション作成に於いて、プログラムの作成と同時に記録を残す機能が活用でき、ISO等に対応した計測マニュアルの作成に役立てられる。

実験の方法では、直流分流器校正器及び交流電圧電流校正器の両方とも、デジタルマルチメータを基準として、発生器は安定化電源として使用する方法で、さらに測定方法を共通化し標準化を図ることも可能である。

表示値		測定値	補正値	修正値	表示値	測定値	補正値	修正値		
150V Range				20V Range						
750	749.80	750	289.80	289.8	30	29.970	29.97	29.97		
800	588.50	589	240	239.40	24	23.930	23.94	23.94		
450	447.60	448	180	179.40	18	17.930	17.93	17.93		
300	288.40	289	120	119.40	12	11.970	11.97	11.97		
150	148.80	149	60	59.50	6	5.970	5.97	5.97		
150	148.80		60	69.50	6	5.970				
300	288.70		120	119.50	12	11.970				
450	447.80		180	179.40	18	17.930				
600	588.70		240	239.50	24	23.940				
750	749.60		300	289.80	30	29.970				
150V Range				75V Range						
150	149.80	149.9	75	74.880	75.0			0.000		
120	119.70	119.7	60	59.880	59.9			0.000		
90	89.60	89.6	45	44.790	44.8			0.000		
60	59.80	59.8	30	29.830	29.8			0.000		
30	29.80	29.8	15	14.870	14.9			0.000		
30	29.80		15	14.870						
60	59.80		30	29.880						
90	89.60		45	44.790						
120	119.70		60	59.880						
150	149.80		75	74.880						
自動計測 (GPIB) データ		データ		自動計測 (GPIB) データ		データ				
測定番号	V1	V2	測定番号	V4	V5	V6	測定番号	A1	A2	A3
1	749.80	289.30	149.80	74.880	29.970		1			
2	588.50	239.40	119.70	59.880	23.930		2			
3	447.60	179.40	89.60	44.790	17.930		3			
4	288.40	119.40	59.80	29.830	11.970		4			
5	148.80	59.50	29.80	14.870	5.970		5			
6	148.80	59.50	29.80	14.870	5.970		6			
7	288.70	119.50	59.80	29.880	11.970		7			
8	447.80	179.40	89.60	44.790	17.930		8			
9	588.70	239.50	119.70	59.880	23.940		9			
10	749.60	289.30	149.80	74.880	29.970		10			

図10 交流電圧電流校正器用のデータ処理表

4. 結言

グラフィカル計測制御プログラムとマクロデータ処理プログラムによる、計測器校正用のソフトウェア計測器は測定やドキュメンテーション作成の標準化に役立ち、ISO規格や計量法へ対応する新たな計測管理ツールとして有用であるとの見通しを得た。

今後さらにこれらの事例を応用して、中小製造業での測定・試験におけるプログラム開発の負担軽減に役立つなど、計測管理の向上を図って行く計画である。

参考文献

- 1) 長谷川守一, 猪野欽也, 水野裕正, 染谷克明: 「仮想計測手法による計測の可視・自動化」東京都立産業技術研究所研究報告, 2, 1 - 6(1999) .
- 2) 横河電機(株): 2558 交流標準電圧電流発生器 Instruction Manual .
- 3) 日本ナショナルインスツルメンツ(株): LabVIEW ユーザマニュアル・G プログラミングリファレンスマニュアル .

(原稿受付 平成12年7月30日)