

# 9190A 超低温用 フィールド・メトロロジー・ウエル による温度校正

## アプリケーション・ノート

温度校正用の均熱ブロックと高精度な温度指示計器はそもそも別に用意する機器のはずですが...

9190A 超低温用フィールド・メトロロジー・ウエルのプロセス校正オプションなら一台でこの2つの機能を提供します。



フルーク・キャリブレーションの9190A 超低温用フィールド・メトロロジー・ウエルは、高い温度安定度、温度均一度、そして十分な深さのウエルを備え、白金測温抵抗体 (PRT) や熱電対をはじめとする工業用温度計の校正に役立ちます。

全温度範囲で $\pm 0.2$  °Cの表示確度があり、一般的な校正の確度比を4:1とすると、 $\pm 0.8$  °Cの精度の校正が本体のディスプレイだけで可能です。

さらにプロセス校正仕様の9190Aでは、精度 $\pm 0.01$  °Cの温度指示計器が本体に組み込まれており、外部の基準白金抵抗温度計を接続することにより、温度計の比較校正が可能になります。RTDや熱電対などの工業用温度計の校正作業を簡素化し、自動化を進めることにも役立ちます。校正の不確かさの要因として、温度の均一度、負荷効果、安定度などを考え合わせても、9190Aによる基準白金抵抗温度計による測定の不確かさは、全体で $\pm 0.06$  °Cと優れたものになります。校正での確度比を4:1として、 $\pm 0.24$  °Cの精度の温度計までを校正できます。

内蔵の温度指示計器のにより9190Aの校正確度は、ディスプレイを使う場合に比べて3倍以上向上します ( $\pm 0.8$  °Cから $\pm 0.24$  °Cへ)。同時に現場校正を実施する際に持ち運ぶ計測器の数を減らすことにもなります。外部の基準白金抵抗温度計の校正係数はスマート・コネクタに記憶させておくことができ、ドライウエル本体に白金抵抗温度計を接続するだけで、ただちに測定が可能になります。また挿入長が短い場合インサートの底部まで届かない温度センサーの校正では、被校正温度センサーと同じ高さまで基準温度計を持ち上げて位置を合わせることで、精度が改善されます。この場合9190Aは基準白金抵抗温度計による制御機能を備えており、基準温度計を差し込んだ位置で均熱ブロックの温度を精密に制御できます。



### 9190AA-P (プロセス校正) 仕様の正面パネル入力端子

- ① 基準白金抵抗温度計入力端子  
6ピンDINスマート・コネクタ
- ② 4-20 mAコネクタ (温度トランスミッターへの24 Vループ電源供給および電流測定)
- ③ 白金抵抗温度計/測温抵抗体入力端子  
4線、3線、2線測定コネクタ
- ④ 熱電対コネクタ (ミニ・プラグ)
- ⑤ 4-20 mA 回路ヒューズ

## オプションのプロセス校正機能

基準温度計入力端子には、外部の基準温度計として4線式白金抵抗温度計 (PRT) をDINコネクタで接続します。この基準温度入力により、本体の内蔵温度指示計器で基準PRTを読み取りながら比較校正ができます。校正対象となる温度センサーとしては、4線式、3線式または2線式の測温抵抗体 (RTD)、熱電対、あるいはトランスミッター (4-20 mA) などを接続しそれらの出力も本装置で読み取ることができます。

外部の基準白金抵抗温度計の校正係数は、6ピンDINコネクタ (「スマート・コネクタ」または「INFO-CON」) に内蔵されるICメモリに記憶されます。外部基準PRTを9190Aにつないだ時点で、校正係数が自動的に読み込まれます。基準温度計を取り替えた場合も、指示計器の係数設定を変更する手間が掛からずそのまま使えます。5ピンDINコネクタの温度計を使うこともできますが、その場合PRTの校正係数はマニュアル入力する必要があります。

INFO-CONコネクタが接続された高品質の25 Ωまたは100 Ωの白金抵抗温度計ならば、ほぼどんな温度プローブでも外部基準温度計として9190A本体での温度表示ができます。フルーク・キャリブレーションのPRTでは、型式の枝番の“A”でINFO-CONコネクタであることを表しています。例えばPRTの5626-12ならば、5626-12-Aとご指定ください。基準温度計を再校正すると、校正成績書に記載される新しい校正係数をINFO-CONの中にプログラムしなければなりません。この操作は9190Aの正面パネルからできます。

## 基準の白金抵抗温度計の取扱い

プロセス校正仕様 (-P) の9190A 超低温用フィールド・メトロロジー・ウエルの正面パネルに外部基準温度計を接続すると、本体のディスプレイに基準温度計が測定した温度が表示されます。

基準温度計を、インサートの底部の校正ゾーンに来るように設置した後、校正するプローブを基準温

度計とは別の孔に差し込んでください。その際各々の温度センサーがインサートの孔にぴったりと収まるように注意する必要があります。隙間があると、空気の出入りによる誤差が生じます。

校正する温度センサーが短くインサートの底部まで届かないときは、9190Aの基準温度計による温度制御機能が役立ちます。基準温度計の制御機能は、均熱ブロックの温度制御を内蔵された温度センサーから外部の基準白金抵抗温度計に切り替えるものです。そのうえで、基準温度計の位置を校正する温度センサーと同じ高さに持ち上げることで、軸方向の温度勾配による誤差が大きく低減されます。基準温度計制御機能を有効にする操作は、9190A 超低温用フィールド・メトロロジー・ウエルのユーザー・マニュアルの p. 2-12 に記載されています。

温度測定の精度には、以下の要因に影響されます:

1. 軸方向の温度均一度 ( $\pm 0.05 \text{ }^\circ\text{C}$ )
2. 放射方向の温度均一度 ( $\pm 0.01 \text{ }^\circ\text{C}$ )
3. 負荷効果 ( $\pm 0.006 \text{ }^\circ\text{C}$ )
4. 安定度 ( $\pm 0.015 \text{ }^\circ\text{C}$ )
5. 基準白金抵抗温度計の校正の不確かさ  
(5616-12-A:  $\pm 0.011 \text{ }^\circ\text{C}$ )
6. 温度指示計器の確度  
( $-95 \text{ }^\circ\text{C}$  において  $\pm 0.010 \text{ }^\circ\text{C}$ )

以上より、外部の基準温度計を用いたときの総合精度は約  $\pm 0.06 \text{ }^\circ\text{C}$  となります。それに対して9190A そのものの温度表示による確度は、 $\pm 0.2 \text{ }^\circ\text{C}$  となります。

### ご注意:

熱源に挿入できる部分が特に短い温度センサーの場合、正確な校正のためには温度バスを用い、基準温度計と被校正温度センサーを十分に浸没させる必要があります。センサー・シース部のステム効果による誤差も、短いセンサーでは考慮に入れる必要があります。ドライウエルで生じる不確かさの評価については、フルーク・キャリブレーションのアプリケーション・ノート “Understanding the uncertainties associated with the use of Metrology Wells” (メトロロジー・ウエルによる校正の不確かさの理解) に、詳しくまとめてあります。

## スマート・コネクターのプログラム方法

**手順 1. 外部基準温度計を9190Aの正面パネルに接続します。**

**手順 2. メイン・メニューから F4 (Input Setup)、そして F3 (Ref Input) を選びます。**

REF INPUT (基準温度計入力) メニューには、9190Aの内蔵温度指示計器が用いる基準温度計の校正係数が入っています。基準温度計の校正係数に対応しているのは、ITS-90、Callendar Van Dusen、IEC-751のいずれかの係数だけです。あるいは、基準温度計の抵抗値をそのまま表示することもできます。

**手順 3. F1 (Program Probe) を選びます。**

PROG PROBE (基準温度プローブの係数プログラム) メニューを使って、基準温度計の校正係数の設定が始まります。

**手順 4. まず基準温度計のシリアル番号を入力します。** SERIAL (シリアル番号) は10桁の英数字で、基準温度計のシリアル番号を入力します (文字セット{0-9, A-Z, '-', '<空白>'}). 最低でも1文字は入力しなければなりません。途中で空白を入れると、それ以降の文字は無視されます。例えば、TEST1<空白>678と指定しても、後半の数字は記憶されず、シリアル番号は“TEST1”になります。

**手順 5. 校正日を入力します。** CAL DATE パラメーターには、基準温度計の校正日を入力します。矢印キーを使い、DATE FORMATで選んだ様式で校正日を入力してください。

**手順 6. 基準温度計の校正のタイプ (ITS - 90, CVD, IEC-751, Resistance) を設定します。** PROBE TYPE パラメーターで、基準温度計の校正タイプを指定します。左右の矢印キーを使ってタイプを選んでから、“Enter”を押すことで選択されます。

**手順 7. 基準温度計の各係数を入力します。** TYPE パラメーターとして選べるのは、ITS-90、Callendar-Van Dusen (CVD)、IEC-751、または抵抗値です。ITS-90は、1990年国際温度目盛 (International Temperature Scale of 1990) に従った校正係数を持つ白金抵抗温度計用です。サブレンジの4および7~11に対応しています。またサブレンジ5の係数は、サブレンジ4として使っても不確かさへの影響は十分無視できます。

**表 1. ITS-90のサブレンジ一覧**

サブレンジの係数	温度範囲
a4, b4	-200 °C ~ 0 °C
a5, b5	-40 °C ~ 30 °C
a7, b7, c7	0 °C ~ 660 °C
a8, b8	0 °C ~ 420 °C
a9, b9	0 °C ~ 232 °C
a10, b10	0 °C ~ 157 °C
a11, b11	0 °C ~ 30 °C

ITS-90を選んだときに表示されるパラメーターは、“Serial”、“Cal Date”、“RTPW”、“COEF A”、“COEF B”、“COEF C”、“COEF A4”、“COEF B4”です。これらに、白金抵抗温度計の校正証明書に記載されている校正係数の値を入力します。パラメーター“RTPW”は水の三重点での抵抗値のことで、校正証明書ではよく“R0”や“R(273.16K)”と書かれています。パラメーター“COEF A”、“COEF B”、“COEF C”は、係数an、bn、cnに対応します (nは7~11のいずれかの数字)。校正証明書の係数a4とb4の値は、パラメーター“COEF A4”と“COEF B4”に入力します。なお ITS-90の校正係数で、基準温度計の校正証明書に該当する係数がない場合は0に設定しなければなりません。このようにして校正証明書に記載された各係数を、どのパラメーターに入力するかを表2にまとめました。表2に続いては、ITS-90パラメーターの設定例を示します。

**表 2. 校正証明書に記載された各係数を設定するパラメーター**

9190AのITS-90パラメーター	係数値
COEF A	a7, a8, a9, a10, a11のいずれか
COEF B	b7, b8, b9, または 0
COEF C	c7 または 0 (サブレンジ7がなければ0を入力)
COEF A4	a4, a5 (不確かさは十分に無視できる範囲)
COEF B4	b4, b5 (不確かさは十分に無視できる範囲)

**設定例:** ITS-90で校正されているPRTの校正証明書に、係数Rtpw、a4、b4、a8、b8の値が記載されていた場合を例にとると、9190Aの入力パラメータには校正証明書から下の表のように値を設定します。

**表 3. 係数Rtpw、a8、b8、a4、b4を設定する場合**

9190Aのパラメーター	校正係数
RTPW	Rtpw
COEF A	a8
COEF B	b8
COEF C	0
COEF A4	a4
COEF B4	b4

### Callendar-Van Dusen

測温抵抗体 (RTD) でCVD (Callendar-Van Dusen) の式を用いる場合については、9190Aの説明書をご覧ください。なおご不明の点があれば、フルーク校正器営業部までお問い合わせください：  
jp-info@flukecal.comまたは電話03-6714-3114

**手順 8. 入力した校正係数を記憶させます。**

PROG PROBEパラメーターの項目で、入力した校正係数をINFO-CON (フルーク・キャリブレーションの基準温度プローブでは型式“A”のコネクター) にプログラムさせます。矢印キーを使って“Yes”か“No”を選びます。“Yes”を選ぶと、それぞれの温度計の測定温度を計算するための係数が スマート・コネクターにプログラムされます。このときITS-90とCVDでは、スマート・コネクターにプログラムする係数を入力しておく必要がありますが、IEC-751と抵抗値の場合は、スマート・コネクターをプログラムするとき係数入力の必要はありません。

**手順 9. 入力した係数の確認を行います。** 校正係数が正しく入力されたことを確認するため、校正証明書に付属している温度と抵抗値のテーブルを参照しながら計算結果をテストします。TEST CALC (基準温度の計算のテスト) の項目で、それぞれの設定内容に対応する計算結果を確認することができます。任意の抵抗値を入力してENTERを押すと、ただちに計算式に従った温度計算が行われ、画面下部にTEMPERATURE: XX.XXXの形式で括弧付きにて表示されます。

**使用例**

- 均熱ブロックによる温度校正で高い精度を得るために、これまで外部の温度指示計器を使っていたならば、今後は持ち運ぶ機材を1つ減らすことができます。高精度な温度指示計器が組み込まれた9190Aにより、外部の温度指示計を使うのと同様の精度が得られます。
- 重要性の高い温度測定において、外部基準温度計を用いずに温度センサーの校正を行っているとなると、センサー誤差を許容値内に保証するうえで十分な精度が得られていないことがあります。校正においては一般に、校正対象となる温度計の4倍の精度が要求されます。たいていの場合、温度校正器の表示温度だけでそれを達成するには困難があります。

**次のような問題の原因となることがあります:**

- 調整前の値を測定すると常に調整が必要となる。
  - 他の計測器と結果の整合性に疑問がある。
  - プロセス不適合の問題究明のために想定以上のダウンタイムが発生する。
3. 本体の短いセンサーを9190Aで校正する場合は、インサートの校正ゾーンに温度センサーが届かないために十分な精度が得られないことがあります。9190Aの外部基準温度計による温度制御機能を使い、同時に基準温度計を校正対象の温度センサーと同じ高さに置くことで、この問題を解決できます。

**まとめ**

フルーク・キャリブレーションの9190A超低温用フィールド・メトロロジー・ウエルでは、基準温度計をいわゆるプラグ&プレイのように簡単に扱うことができます。重要性の高いプロセスにおいて温度計の校正の精度を大幅に高めることができるとともに、従来よりも少ない計測器の持ち運びで、すぐれた温度校正を提供することができます。

**Fluke Calibration. Precision, performance, confidence.™**

Electrical	RF	Temperature	Pressure	Flow	Software
------------	----	-------------	----------	------	----------

**フルーク 校正器営業部**

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟 6F  
Tel. 03-6714-3114 / Fax. 03-6714-3115

**大阪営業所**

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原4-1-6 アクロス新大阪  
Tel. 06-6398-5114 / Fax. 06-6398-5114

**サービスセンター**

〒259-0132 神奈川県中郡二宮町緑が丘1-14-1  
Tel. 0463-70-5603 / Fax. 0463-70-5604

<http://www.flukecal.jp>

©2013 Fluke Calibration.  
仕様は予告なく変更される場合があります。  
4/2013 4265211A\_J1

フルーク・キャリブレーションの書面による許可なくこの文書の内容を変更することはできません。