

# デジタル・マルチメータ

## 10nV, 1 $\mu$ 分解能の6 $\frac{1}{2}$ 桁DMM

R6561

最大 “ 1199999 ” の6 $\frac{1}{2}$ 桁表示  
10nV分解能の高感度測定  
1  $\mu$  分解能の低抵抗測定  
フローティング電流源内蔵  
デジタル・スムージング機能やヌル機能で安定測定  
GP-IBインタフェース標準装備



R6561

## デジタル・マルチメータ

R6561は、直流電圧、微小直流電圧、抵抗 (Hi Power/Lo Power) の測定ファンクションを備えた、最大表示 “ 1199999 ” の6 $\frac{1}{2}$ 桁高性能デジタル・マルチメータです。

微小直流電圧測定は10nVの高感度で、経時変化にも優れ、長時間にわたり安定した測定を保証します。このため、半導体や電子部品、金属材料、超電導などの基礎研究、実験に適しています。

抵抗測定は、最高分解能1  $\mu$  で、自動オフセット・キャンセル方式やフローティング電流源の採用によって、熱起電力の影響や線路抵抗の影響を受けない高精度の抵抗測定が可能です。しかも、開放端子電圧は20m Vpeak以下 (Lo Power時)におさえ、電子部品などの接触抵抗の測定に適しています。また、R6561は安定した測定やより信頼性の高いデータを得るために、積分時間の選択や、オフセット補正のできるヌル機能、デジタル・スムージング機能、測定データ処理のための演算機能など、豊富で有効な機能を備えています。入出力機能は、GP-IBによるフルリモート・コントロール機能、アナログ出力、トリガ入力、測定終了信号出力を標準で装備しています。

### 電子部品や金属材料などの研究・開発に最適な 10nV分解能

R6561は、このクラス最高の10nV分解能で微小直流電圧を測定できます。たとえば熱起電力測定には十分な分解能です。また電流発生器と組み合わせた微小抵抗の測定には、少ない電流で微小抵抗を測定するために、この程度の分解能が便利です。とくに、先端技術である超電導の臨界温度測定には、10nV分解能の電圧測定が必要となります。

### 電子部品などの接触抵抗測定に最適な1 $\mu$ 分解能

数10m 程度のリレーON抵抗測定や数m 程度のコネクタ接触抵抗測定など、電子部品の接触抵抗測定に、1  $\mu$  分解能で1%オーダまで測定できるR6561が最適です。

### フローティング電流源内蔵

R6561は、従来のデジタル・マルチメータと異なり、定電流源にフローティング電源を採用しています。したがって、セラミック系を使用したデバイスの超電導測定のように接続抵抗が大きく、かつ発熱を極力おさえた微小電圧による抵抗測定が可能です。

しかも、線路抵抗の影響を除くための、1回の測定に要するサンプル回数も少なくできるため、測定時間の短縮も実現しています。

### 20mVpeak以下の開放電圧リミッタ付

低電圧、低電流下での電子部品の接触抵抗測定は、デバイスの酸化皮膜を破壊することなく直接測定できるように、開放端子間電圧を20mVpeak以下におさえています。

これによって、電子機器用コネクタ試験方法(JIS C5402)に規定された条件下での試験が可能です。

### 信頼性の高い測定にデジタル・スムージング機能やヌル機能を内蔵

R6561は、任意サンプリング回数の平均値を測定結果として表示する移動平均法を採用しています。このデジタル・スムージング機能は、測定速度を落さずにノイズ成分を平均化できるため、低レベル信号でも安定した信頼性の高いデータが得られます。さらに、微小抵抗測定における接続ケーブルの誤差、あるいはオフセット電圧の補償、また逆にオフセット値を入力し、この値との相対値の測定ができるヌル機能もあります。

### 最大消費電力10μWの抵抗測定

感温素子であるサーミスタや測温抵抗体などは、温度によって抵抗値が変化してしまうために、これらの抵抗を測定する場合には、デバイス内で発生する熱が測定にかなり影響を与えます。R6561は、少ない電流でデバイスの消費電力を小さくできるため発熱の影響を受けない測定が可能です。

### 微小抵抗測定に自動オフセット・キャンセル方式が有効

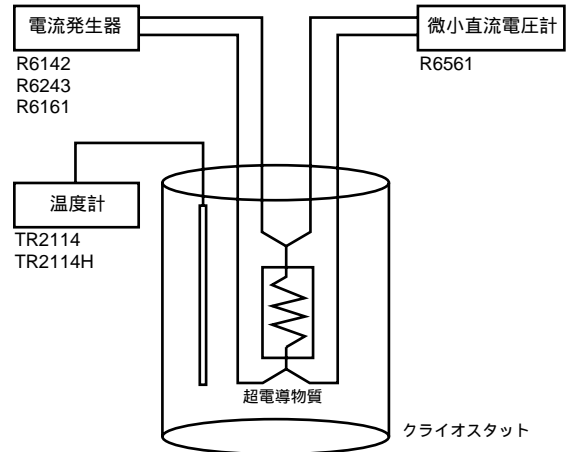
抵抗測定も電圧感度では10nV分解能で測定しています。このため、デバイスとの接触点で発生する熱起電力が問題となります。

R6561では、デバイスに電流を流した時の電圧から、電流を流さない状態での熱起電力を除く自動オフセット・キャンセル機能によって、この熱起電力による誤差分を除いた正確な測定値が得られます。

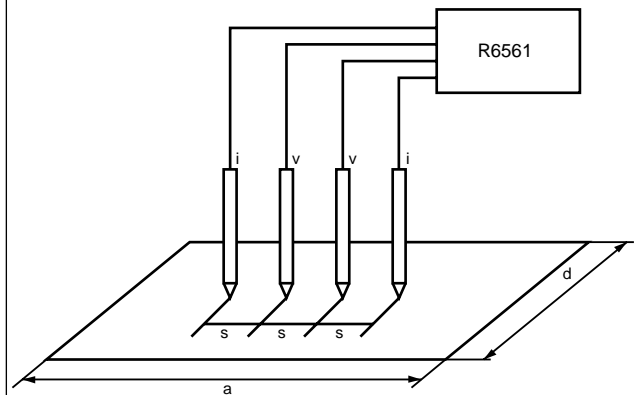
### アナログ信号でのモニタに便利なD/Aコンバータ出力

10nV分解能の高感度測定では、ある時間内の電圧変化を調べて相対測定をすることがあります。R6561は、D/Aコンバータ出力を標準で装備しているため、ペン・レコーダを直接接続して、この電圧の変化を記録して見ることができます。

### 超電導物質の臨界温度測定への応用



### 4探針法によるシート抵抗の抵抗率の測定



$$s = \frac{V}{I} C$$

$\frac{V}{I}$ ; R6561で直接測定

C; s, a, d により決まる定数

# デジタル・マルチメータ

## 10nV, 1μ 分解能の6½桁DMM

R6561 (前ページよりつづき)

### 性能

#### 直流電圧測定

レンジ, 最大表示, 最高分解能, 入力インピーダンス, 最大入力電圧:

レンジ	6½桁表示		5½桁表示		4½桁表示		入力インピーダンス	入力バイアス電流	最大入力電圧		
	最大表示	最高分解能	最大表示	最高分解能	最大表示	最高分解能			Hi-Lo端子間	GUARD-シャーシ間	GUARD-Lo端子間
1000mV	1199.999mV	1μV	1199.99mV	10μV	1199.9mV	100μV	10 <sup>10</sup> 以上	20pA以下	±600Vpeak 連続	±500Vpeak 連続	±50Vpeak 連続
10V	11.99999V	10μV	11.9999V	100μV	11.999V	1mV					
100V	119.9999V	100μV	119.999V	1mV	119.99V	10mV					
500V	519.999V	1mV	519.99V	10mV	519.9V	100mV					

測定精度: オート・ゼロ, オート・キャリブレーション(校正時間間隔を1時間以内)をONに設定した時の値を±(% of reading + digit)で示す。

6½桁表示における測定精度;

積分時間(IT)	レンジ	測定精度		
		24時間(23 ±1)	90日間(23 ±5)	180日間(23 ±5)
1PLC	1000mV	0.002 + 6	0.004 + 7	0.005 + 7
	10V	0.0018 + 4	0.0035 + 4	0.0045 + 4
	100V	0.002 + 5	0.0042 + 6	0.0052 + 6
	500V	0.002 + 4	0.004 + 4	0.005 + 4
5PLC 100PLC	1000mV	0.002 + 5	0.004 + 6	0.005 + 6
	10V	0.0018 + 3	0.0035 + 3	0.0045 + 3
	100V	0.002 + 4	0.0042 + 5	0.0052 + 5
	500V	0.002 + 3	0.004 + 3	0.005 + 3

5½桁表示における測定精度; 6½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。  
4½桁表示における測定精度; 6½桁表示の測定精度のdigit項を1/100にする。  
温度係数: 温度範囲0 ~ +40 における値を±(% of reading + digit)で示す。

レンジ	6½桁表示	5½桁表示	4½桁表示
100mV	0.0004 + 0.3	0.0004 + 0.03	0.0004 + 0.003
10V	0.0003 + 0.1	0.0003 + 0.01	0.0003 + 0.001
100V	0.0004 + 0.3	0.0004 + 0.03	0.0004 + 0.003
500V	0.0004 + 0.1	0.0004 + 0.01	0.0004 + 0.001

ノイズ除去: GUARD-Lo端子間1k 不平衡インピーダンスにおいて

実効 CMR		NMR
50/60Hz ± 0.09%	DC	50/60Hz ± 0.09%
160dB	140dB	60dB

測定速度: 35回/秒(積分時間; 1PLC, オート・ゼロ; オフ)

#### 微小直流電圧測定

レンジ, 最大表示, 最高分解能, 入力インピーダンス, 最大許容信号源抵抗, 最大入力電圧:

レンジ	6½桁表示		5½桁表示		4½桁表示		入力インピーダンス	最大許容信号源抵抗	最大入力電圧		
	最大表示	最高分解能	最大表示	最高分解能	最大表示	最高分解能			Hi-Lo端子間	GUARD-シャーシ間	GUARD-Lo端子間
1000μV	-	-	1199.99μV	10nV	1199.9μV	100nV	10 <sup>8</sup> 以上	100	±30Vpeak 連続	±500Vpeak 連続	±50Vpeak 連続
10mV	11.99999V	10nV	11.9999mV	100nV	11.999mV	1μV					
100mV	119.9999mV	100nV	119.999mV	1μV	119.99mV	10μV					
1000mV	1199.999mV	1μV	1199.99mV	10μV	1199.9mV	100μV	10 <sup>9</sup> 以上	1k	±30Vpeak 連続	±500Vpeak 連続	±50Vpeak 連続
10V	11.99999V	10μV	11.9999V	100μV	11.999V	1mV					

測定精度: オート・ゼロ, オート・キャリブレーション(校正時間間隔を1時間以内)をONに設定し, ZERO ADJキーによってゼロ調整後の値を±(% of reading + digit)で示す。

6½桁表示における測定精度;

積分時間(IT)	レンジ	測定精度		
		24時間(23 ±1)	90日間(23 ±5)	180日間(23 ±5)
5PLC 10PLC	10mV	0.005 + 15	0.008 + 15	0.009 + 15
	100mV	0.003 + 8	0.005 + 8	0.006 + 8
	1000mV	0.002 + 6	0.004 + 6	0.005 + 6
	10V	0.0018 + 4	0.0035 + 4	0.0045 + 4
20PLC 50PLC 100PLC	10mV	0.005 + 10	0.008 + 10	0.009 + 10
	100mV	0.003 + 5	0.005 + 5	0.006 + 5
	1000mV	0.002 + 5	0.004 + 5	0.005 + 5
	10V	0.0018 + 3	0.0035 + 3	0.0045 + 3

5½桁表示における測定精度;

積分時間(IT)	レンジ	測定精度		
		24時間(23 ±1)	90日間(23 ±5)	180日間(23 ±5)
5PLC 10PLC	1000μV	0.005 + 15	0.008 + 15	0.009 + 15
	10mV	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
	10V	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
20PLC 50PLC 100PLC	1000μV	0.005 + 10	0.008 + 10	0.009 + 10
	10mV	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
	10V	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		

4½桁表示における測定精度;

積分時間(IT)	レンジ	測定精度		
		24時間(23 ±1)	90日間(23 ±5)	180日間(23 ±5)
5PLC 10PLC	1000μV	5½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
	10mV	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/100にする。		
	10V	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/100にする。		
20PLC 50PLC 100PLC	1000μV	5½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
	10mV	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/100にする。		
	10V	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/100にする。		

温度係数: 温度範囲0 ~ +40 における値を±(% of reading + digit)で示し, これに±100nV/(Hi-Lo端子間温度差)を加える。

レンジ	6½桁表示	5½桁表示	4½桁表示
100μV	-	0.0005 + 3	0.0005 + 0.3
10mV	0.0005 + 3	0.0005 + 0.3	0.0005 + 0.03
100mV	0.0004 + 1	0.0004 + 0.1	0.0004 + 0.01
1000mV	0.0004 + 0.3	0.0004 + 0.03	0.0004 + 0.003
10mV	0.0004 + 0.1	0.0004 + 0.01	0.0004 + 0.001

ゼロ安定度: ±50nV/day

測定速度: 4回/秒(積分時間; 5PLC, オート・ゼロ; オフ)

### 抵抗測定

レンジ, 最大表示, 最高分解能, 測定電流, 最大消費電力, 開放端子間最大電圧:

モード	レンジ	6½桁表示		5½桁表示		4½桁表示		測定電流	最大消費電力	開放端子間 最大電圧
		最大表示	最高 分解能	最大表示	最高 分解能	最大表示	最高 分解能			
Hi Power	1000m	1199.999m	1 μ	1199.99m	10 μ	1199.9m	100 μ	10mA	100 μW	1V以下
	10	11.99999	10 μ	11.9999	100 μ	11.999	1m	10mA	1mW	
	100	119.9999	100 μ	119.999	1m	119.99	10m	1mA	100 μW	
	1000	1199.999	1m	1199.99	10m	1199.9	100m	100 μA	10 μW	
	10k	-	-	11.9999k	100m	11.999k	1	10 μA	1 μW	
Lo Power	100m	-	-	119.999m	1 μ	119.99m	10 μ	10mA	10 μW	20mV以下
	1000m	-	-	1199.99m	10 μ	1199.9m	100 μ	1mA	1 μW	
	10	-	-	11.9999	100 μ	11.999	1m	100 μA	100nW	
	100	-	-	119.999	1m	119.99	10m	10 μA	10nW	
	1000	-	-	-	-	1199.9	100m	1 μA	1nW	

最大入力電圧:

Hi Lo端子間; ±30Vpeak連続

GUARD シャーシ間; ±500Vpeak連続

GUARD-Lo端子間; ±50Vpeak連続

測定精度: オート・ゼロ, オート・キャリブレーション(校正時間間隔を1時間以内)をONに設定し, ZERO ADJキーによってゼロ調整後の値を±(% of reading + digit)で示す。

6½桁表示のHi POWERモードにおける測定精度;

積分時間 (IT)	レンジ	測定精度		
		24時間(23 ±1 )	90日間(23 ±5 )	180日間(23 ±5 )
5PLC 10PLC	1000m	0.012 + 20	0.017 + 20	0.02 + 20
	10	0.008 + 8	0.012 + 8	0.015 + 8
	100			
	1000			
20PLC 50PLC 100PLC	1000m	0.012 + 15	0.017 + 15	0.02 + 15
	10	0.008 + 5	0.012 + 5	0.015 + 5
	100			
	1000			

5½桁表示のHi POWERモードにおける測定精度;

積分時間 (IT)	レンジ	測定精度		
		24時間(23 ±1 )	90日間(23 ±5 )	180日間(23 ±5 )
5PLC 10PLC	1000m	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
	10			
	100			
	1000			
	10k	0.008 + 6	0.012 + 6	0.015 + 6
20PLC 50PLC 100PLC	1000m	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
	10			
	100			
	1000	0.008 + 5	0.012 + 5	0.015 + 5

4½桁表示のHi POWERモードにおける測定精度;

積分時間 (IT)	レンジ	測定精度		
		24時間(23 ±1 )	90日間(23 ±5 )	180日間(23 ±5 )
5PLC 10PLC	1000m	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/100にする。		
	10			
	100			
	1000			
	10k	5½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
20PLC 50PLC 100PLC	1000m	6½桁表示の測定精度のdigit項を1/100にする。		
	10			
	100			
	1000	5½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		

5½桁表示のLo POWERモードにおける測定精度;

積分時間 (IT)	レンジ	測定精度		
		24時間(23 ±1 )	90日間(23 ±5 )	180日間(23 ±5 )
5PLC 10PLC	100m	0.02 + 20	0.025 + 20	0.03 + 20
	1000m	0.015 + 15	0.02 + 15	0.025 + 15
	10 100	0.01 + 15	0.015 + 15	0.02 + 15
20PLC 50PLC 100PLC	100m	0.02 + 15	0.025 + 15	0.03 + 15
	1000m	0.015 + 10	0.02 + 10	0.025 + 10
	10 100	0.01 + 10	0.015 + 10	0.02 + 10

4½桁表示のLo POWERモードにおける測定精度;

積分時間 (IT)	レンジ	測定精度		
		24時間(23 ±1 )	90日間(23 ±5 )	180日間(23 ±5 )
5PLC 10PLC	100m	5½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
	1000m			
	10			
	100	0.01 + 10	0.015 + 10	0.02 + 10
20PLC 50PLC 100PLC	100m	5½桁表示の測定精度のdigit項を1/10にする。		
	1000m			
	10			
	100	0.01 + 5	0.015 + 5	0.02 + 5

温度係数: 温度範囲0 ~ +40 において, Hi POWERモード, Lo POWERモードとも, 積分時間5PLC, 90日間での測定精度のreading項, digit項をそれぞれ1/10にした値。

測定速度: 1回/秒(積分時間; 5PLC)

R6561 (前ページよりつづき)

### 積分時間

以下の6種類の積分時間を設定可能。(ただし、1PLCは直流電圧測定のみ)

1PLC, 5PLC, 10PLC, 20PLC, 50PLC, 100PLC

PLC( Power Line cycle )

50Hz 1PLC = 20ms

60Hz 1PLC 16.7ms

### ヌル機能

ヌル機能をOFFからONにする時にヌル値を測定し、それ以後の測定においてはヌル値を減算した値となる。補正範囲は各レンジの±1%以内。

### スムージング機能

測定データから指定されている回数の移動平均値を求め、デジタル的なフィルタ機能を実行する。

### サンプリング・モード

RUN : 連続的にサンプリングを継続。

HOLD : トリガ信号の入力に対して1回のみのサンプリングを行う。

### 演算機能

1次演算機能: 測定値Dに対して次の演算が可能(X, Y, Zは定数)

(1) スケーリング  $R = \frac{D-Y}{X} \times Z$

(2) %偏差  $R = \frac{D-X}{|X|} \times 100(\%)$

(3) デルタ  $R(D) = D_i - D_{i-1}$   
(1サンプリング前のデータとの差)

(4) マルチプライ  $R = D_i \times D_{i-1}$  (1サンプリング前のデータとの乗算)

(5) デシベル  $R(\text{dB}) = 20Y \log \left| \frac{D}{X} \right|$

(6) 実効値(RMS)  $R = \sqrt{\frac{1}{X} \sum_{k=1}^X D_k^2}$

(7) dBm  $R(\text{dBm}) = 10 \log \frac{D^2/X}{1\text{mW}}$  D: 電圧測定値

基準抵抗値を定数Xに設定し、基準抵抗に対する測定電圧を1mW = 0(dBm)を基準とするdBm値に変換する。

(8) 抵抗値温度補正  $R_{20} = \frac{R_x}{1 + 0.00393 \times (X - 20)} \times \frac{1000}{Y} [\Omega/\text{km}]$

R<sub>20</sub>; 20 に換算した電線の抵抗値( /km )

R<sub>x</sub>; 温度X での抵抗測定値( )

X; 測定時室温( )

Y; 測定した電線の長さ(m)

2次演算機能: 測定データおよび1次演算処理後のデータに対して演算が可能(Nは定数)

(1) コンパレータ1  $R(H2)$ ;  $HIGH2 < D$   
 $R(H1)$ ;  $HIGH1 < D$   $HIGH2$   
 $R(PASS)$ ;  $LOW1 > D$   $HIGH1$   
 $R(L1)$ ;  $LOW2 > D < LOW1$   
 $R(L2)$ ;  $D < LOW2$

(2) コンパレータ2  $R(H2)$ ;  $(LIMIT + \%2) < D$   
 $R(H1)$ ;  $(LIMIT + \%1) < D$   $(LIMIT + \%2)$   
 $R(PASS)$ ;  $(LIMIT - \%1) > D$   $(LIMIT + \%1)$   
 $R(L1)$ ;  $(LIMIT - \%2) > D < (LIMIT - \%1)$   
 $R(L2)$ ;  $D < (LIMIT - \%2)$

(3) 統計処理  $R(MAX)$ ; N回測定の最大値  
 $R(MIN)$ ; N回測定の最小値  
 $R(AVE)$ ;  $\frac{1}{N} \times \sum_{k=1}^N D_k$   
 $R(P-P)$ ;  $|R(MAX) - R(MIN)|$   
 $R(\sigma)$ ;  $\sqrt{\frac{1}{N-1} \times \sum_{k=1}^N (D_k - \bar{D})^2}$   
 $R(UCL)$ ;  $R(AVE) + 3R(\sigma)$   
 $R(LCL)$ ;  $R(AVE) - 3R(\sigma)$   
 $R(COUNT)$ ; サンプル数N

### 入出力機能

トリガ入力信号: リア・パネルにあるBNCコネクタより測定開始信号の入力が可能

TTL負パルス パルス幅約100 μs以上

コンプリート出力信号: リア・パネルにあるBNCコネクタより測定が終了した時に信号を出力

TTL負パルス パルス幅130 μs

### GP-IBインタフェース:

準拠規格; IEEE488-1978

出力データ・フォーマット; ASCIIフォーマット

インタフェース・ファンクション; SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, PP0, DC1, DT1, C0, E2

リモート・プログラミング; 本体フロント・パネル・スイッチの機能すべてのコントローラ(ただし、POWERスイッチ、LO-GUARDショート・スイッチ、ZERO ADJキー・スイッチは除く)

### アナログ出力:

出力電圧; 0 ~ 0.999V

出力モードおよび変換出力;

出力モード	変換出力
OFF	0V
表示値の下3桁	デジタル表示 000 ~ 500 ~ 999 アナログ出力 0.000 ~ 0.500 ~ 0.999V
表示値の下3桁 + OFFSET(500)	デジタル表示 -500 ~ 000 ~ 499 アナログ出力 0.000 ~ 0.500 ~ 0.999V
表示値の下2桁	デジタル表示 00 ~ 50 ~ 99 アナログ出力 0.000 ~ 0.500 ~ 0.990V
表示値の下2桁 + OFFSET(50)	デジタル表示 -50 ~ 00 ~ 49 アナログ出力 0.000 ~ 0.500 ~ 0.990V

変換精度; ±0.3% of F.S(23 ±5 85%RH以下にて180日間)

出力インピーダンス; 約600

出力端子; BNCコネクタ

### 一般仕様

測定方式：積分方式

入力方式：フローティング&ガード方式

入力端子：バイディング・ポスト(直流電圧測定)

6極丸型コネクタ(微小直流電圧測定, 抵抗測定)

レンジ切換：手動, 自動, リモート

データ表示：7セグメント緑色LED

極性表示：“-”極性表示

単位表示：5×7ドットマトリクスLED

ブザー機能：ON/OFF設定可能。ONに設定されている場合は次の時にブザー音を発生する。

- ・入力信号のオーバースケール
- ・エラー発生
- ・パネル・キーの入力
- ・コンパレータ演算実行
- ・その他特殊状態発生時

エラー表示：測定, 演算, パラメータ設定および自己テストにおいてエラーが生じた場合エラー内容に応じたエラー・コードを表示

ソフト・キャリブレーション：直流電圧, 微小直流電圧, 抵抗の各ファンクション, 各レンジの校正を正面パネルのキー操作あるいはGP-IBコントロールによって可能

予熱時間：約60分

使用環境：温度0 ~ +40 , 湿度85%RH以下

保存温度範囲：-25 ~ +70

電源電圧：ご注文時にご指定願います。

オプションNo.	標準	32	42	44
電源電圧(V)	90~110	103~132	198~242	207~250

電源周波数：48~66Hz

消費電力：33VA以下

外形寸法：約240(幅)×132(高)×400(奥行)mm

質量：7.0kg以下

付属品

品名	型名	備考
電源ケーブル	A01402	
入力ケーブル	MI-37	直流電圧測定用
入力ケーブル	A01004	微小直流電圧, 4線式抵抗測定用

アクセサリ(別売)

- A01015 抵抗測定用4線独立入力ケーブル
- A01020 入力ケーブル
- A02240 ラックマウント・セット(JIS規格)
- A02439 ラックマウント・セット(EIA規格)
- A02031 パネルマウント・セット
- A01031 ペン型ケルビン(コネクタ)