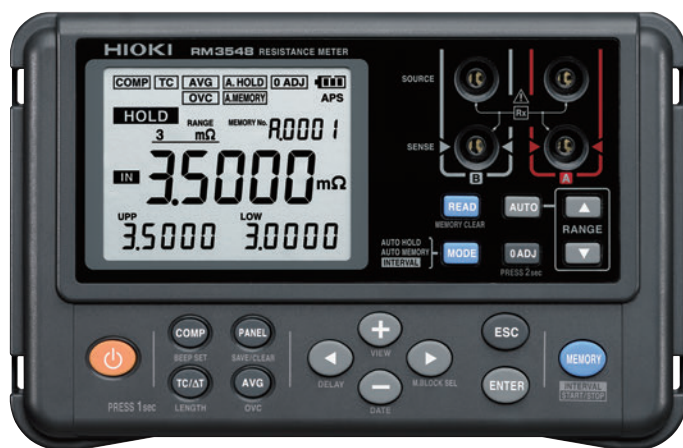


RM3548

取扱説明書

抵抗計



JA

June 2021 Revised edition 4
RM3548A980-04 21-06H



取扱説明書（本紙）の見方

こんなときは

こちらをご覧ください

必ずお読みください

- ▶ 「安全について」 (p.4)
- ▶ 「ご使用にあたっての注意」 (p.7)

すぐに使いたい

- ▶ 「概要」 (p.15)

各機能の詳細を知りたい

- ▶ 「目次」 (p.i)、「索引」 (p.索1) から
該当機能を探してください

製品仕様を知りたい

- ▶ 「仕様」 (p.91)

思ったとおりに動作しない

- ▶ 「困ったときは」 (p.106)

抵抗測定に関して詳しいことを
知りたい

- ▶ 「付録」 (p.付1)

目次

はじめに	1
梱包内容の確認.....	2
安全について	4
ご使用にあたっての注意.....	7

1 概要 15

1.1 概要と特長.....	15
1.2 各部の名称と操作概要	16
■ 電源を入れるときの設定一覧.....	20
1.3 測定の流れ.....	21
1.4 画面構成	22
1.5 測定対象を確認する.....	25

2 測定前の準備 27

2.1 ストラップを取り付ける	28
2.2 電池を取り付ける・交換する.....	29
2.3 測定リードを接続する	30
2.4 Z2002 温度センサを接続する (TC、 ΔT を使用する場合)	31
2.5 電源を入れる・切る.....	32
■ 電源を ON にする	32
■ 電源を OFF にする.....	32
■ オートパワーセーブ (APS) による自動電源 OFF	33
■ オートパワーセーブ (APS) を解除する	33
2.6 測定前の点検	34

3 基本測定 35

3.1 測定レンジを設定する	36
----------------------	----

3.2	測定対象に測定リードを接続する	38
3.3	測定値を確認する	39
■	表示を切り替える	39
■	測定異常を確認する	40
■	測定値をホールドする	42
■	測定値をメモリする	42

4 測定条件のカスタマイズ 43

4.1	ゼロアジャストする	44
4.2	測定値を安定させる (アベレージ機能)	48
4.3	温度の影響を補正する (温度補正機能 (TC))	49
4.4	熱起電力によるオフセットの補正をする (オフセット電圧補正機能: OVC 機能)	50
4.5	測定が安定するまでの時間を設定する (ディレイ機能)	52
4.6	測定電流を切り替える (300mΩ レンジ)	54

5 判定・換算機能 57

5.1	測定値を判定する (コンパレータ機能)	58
■	上下限值で判定する (ABS モード)	61
■	基準値と許容範囲で判定する (REF% モード)	62
■	判定を音で確認する (判定音設定機能)	63
■	判定を手元で確認する (L2105 手元コンパレータランプ: オプション)	64
5.2	温度上昇試験をする (温度換算機能 (ΔT))	65
5.3	導体の長さを測定する (長さ換算機能)	67

6 パネルセーブ・ロード (測定条件の保存・読み込み) 69

6.1	測定条件を保存する (パネルセーブ機能)	70
6.2	測定条件を読み込む (パネルロード機能)	71
6.3	パネルの内容を削除する	72

7 メモリ機能(測定データの保存・コンピュータへの取り込み) 73

7.1	任意のタイミングで保存する(マニュアルメモリ)	75
7.2	測定値が安定したら自動で保存する(オートメモリ)	76
7.3	一定の間隔ごとに保存する(インターバルメモリ機能)	77
7.4	保存した測定データを表示する(メモリ表示機能)	79
7.5	保存した測定データを消去する(メモリクリア)	80
7.6	保存した測定データをコンピュータに取り込む (USB マスストレージモード)	84

8 システム設定 87

8.1	日付と時刻確認画面を表示する	87
8.2	時計を合わせる	88
8.3	初期化する(リセット)	89
■	初期設定一覧	90

9 仕様 91

9.1	一般仕様	91
■	測定範囲	91
■	測定方式	91
■	測定仕様	91
■	確度について	94
■	機能	95
■	インタフェース	102
■	環境・安全仕様	103
■	付属品	103
■	オプション	103

10 保守・サービス 105

10.1	困ったときは	106
■	Q&A (よくあるお問い合わせ)	106

■ エラー表示と対処方法.....	110
10.2 修理・点検.....	111
10.3 測定回路保護用ヒューズの交換	112
10.4 本器の廃棄.....	113

付録

付 1

付録 1	ブロック図.....	付 1
付録 2	4 端子法 (電圧降下法).....	付 2
付録 3	直流方式と交流方式について	付 3
付録 4	温度補正機能 (TC) について	付 4
付録 5	温度換算機能 (ΔT) について.....	付 7
付録 6	熱起電力の影響について	付 8
付録 7	ゼロアジャストについて	付 10
付録 8	測定値が安定しないとき	付 16
付録 9	プリント基板の短絡位置の検出	付 26
付録 10	測定リード (オプション) について	付 27
付録 11	校正について	付 28

索引

索 1

お問い合わせシート＜測定用＞

はじめに

このたびは、HIOKI RM3548 抵抗計をご選定いただき、誠にありがとうございます。
この製品を十分にご活用いただき、末長くご使用いただくためにも、取扱説明書は
ていねいに扱い、いつもお手元に置いてご使用ください。

RM3548を以降「本器」と記載します。

商標

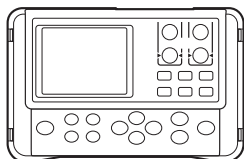
Windows、Microsoft Excelは米国Microsoft Corporationの米国、日本およびその
他の国における登録商標または商標です。

梱包内容の確認

- 本器がお手元に届きましたら、輸送中において異常または破損がないか点検してからご使用ください。特に付属品および、パネル面のスイッチ、端子類に注意してください。万一、破損あるいは仕様どおり動作しない場合は、お買上店（代理店）が最寄りの営業拠点にご連絡ください。
- 本器を輸送する場合は、お届けしたときの梱包材料をご使用ください。

梱包内容が正しいか確認してください。

- ☐ **RM3548 抵抗計**



- ☐ **取扱説明書**



- ☐ **L2107 クリップ形リード (p.30)**



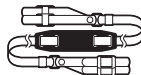
- ☐ **USB ケーブル (A-miniB タイプ)**



- ☐ **Z2002 温度センサ (p.31)**



- ☐ **ストラップ**



- ☐ **単3形アルカリ乾電池 (LR6) ×8**



- ☐ **予備ヒューズ (F2AH/250 V)**



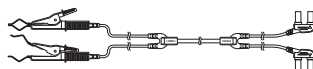
オプション

本器には次のオプションがあります。お買い求めの際は、お買上店（代理店）か最寄りの営業拠点にご連絡ください。オプションは、変更になる場合があります。弊社ウェブサイトで最新の情報をご確認ください。（p.付27）

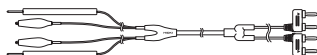
- ☐ L2107 クリップ形リード



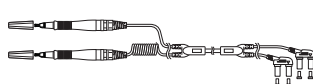
- ☐ 9467 大径クリップ形リード



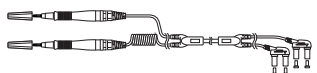
- ☐ 9453 4端子リード



- ☐ 9772 ピン形リード



- ☐ 9465-10 ピン形リード



- ☐ 9454 ゼロアジャストボード



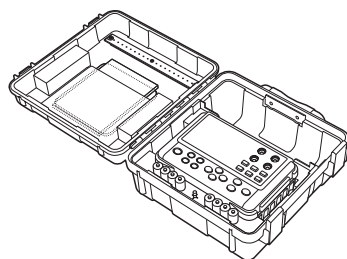
- ☐ Z2002 温度センサ



- ☐ L2105 手元コンパレータランプ



- ☐ C1006 携帯用ケース



安全について

本器は IEC 61010 安全規格に従って、設計され、試験し、安全な状態で出荷されています。ただし、この取扱説明書の記載事項を守らない場合は、本器が備えている安全確保のための機能が損なわれる可能性があります。

本器を使用する前に、次の安全に関する事項をよくお読みください。

危険



誤った使いかたをすると、人身事故や機器の故障につながる可能性があります。この取扱説明書を熟読し、十分に内容を理解してから操作してください。

警告



電気は感電、発熱、火災、短絡によるアーク放電などの危険があります。電気計測器をはじめてお使いになる方は、電気計測の経験がある方の監督のもとで使用してください。

この取扱説明書には本器を安全に操作し、安全な状態に保つのに要する情報や注意事項が記載されています。本器を使用する前に、次の安全に関する事項をよくお読みください。

表記について

本マニュアルでは、リスクの重大性および危険性のレベルを以下のように区分して表記します。

 危険	作業者が死亡または重傷に至る切迫した危険性のある場合について記述しています。
 警告	作業者が死亡または重傷を負う可能性のある場合について記述しています。
 注意	作業者が軽傷を負う可能性のある場合、または機器などに損害や故障を引き起こすことが予想される場合について記述しています。
重要	操作および保守作業上、特に知っておかなければならない情報や内容がある場合に記述します。
	してはいけない行為を示します。
	必ず行っていただく「強制」事項を示します。
*	説明を下部に記載しています。
p.	参照先を示します。
[]	キーの名称は [] で囲んで表記しています。
特に断り書きのない場合、Windows XP、Windows Vista、Windows 7、Windows 8を「Windows」と表記しています。	

機器上の記号

	注意や危険を示します。機器上にこの記号が表示されている場合は、取扱説明書の該当箇所を参照ください。
	ヒューズを示します。
	直流 (DC) を示します。

規格に関する記号

	EU加盟国における、電子電気機器の廃棄にかかわる法規制 (WEEE 指令) のマークです。
	EU 指令が示す規制に適合していることを示します。

画面表示について

本器では、画面表示を次のように表記しています。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
A	b	C	d	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

確度について

弊社では測定値の限界誤差を、次に示す f.s. (フルスケール)、rdg. (リーディング)、dgt. (ディジット) に対する値として定義しています。

f.s.	(最大表示値) 一般的には、最大表示値を表します。本器では、現在使用中のレンジを表します。
rdg.	(読み値、表示値、指示値) 現在測定中の値、測定器が現在指示している値を表します。
dgt.	(分解能) デジタル測定器における最小表示単位、つまり最小桁の“1”を表します。

参照：「確度の計算例」(p.94)

ご使用にあたっての注意

本器を安全にご使用いただくために、また機能を十二分にご活用いただくために、次の注意事項をお守りください。

本器の仕様だけではなく、使用する付属品、オプション、電池などの仕様の範囲内で本器をご使用ください。

ご使用前の確認

- ・使用前には、保存や輸送による故障がないか、点検と動作確認をしてから使用してください。故障を確認した場合は、お買上店（代理店）か最寄りの営業拠点にご連絡ください。

⚠ 危険



リード線、ケーブルの被覆が破れたり、金属が露出していないか、使用する前に確認してください。損傷がある場合は、感電事故になるので、弊社指定のものと交換してください。

本器の設置について

設置環境

使用温湿度範囲	0°C ~ 40°C	80%rh 以下（結露なし）
保存温湿度範囲	-10°C ~ 50°C	80%rh 以下（結露なし）

本器の故障、事故の原因になりますので、次のような場所には設置しないでください。

⚠ 注意



- ・ 直射日光が当たる場所、高温になる場所
- ・ 腐食性ガスや爆発性ガスが発生する場所
- ・ 水、油、薬品、溶剤などのかかる場所
- ・ 多湿、結露するような場所
- ・ 強力な電磁波が発生する場所、帯電しているものの近く
- ・ ホコリの多い場所
- ・ 誘導加熱装置の近く（高周波誘導加熱装置、IH 調理器具など）
- ・ 機械的振動の多い場所

重要

トランスや大電流路など強磁界の発生している近く、また無線機など強電界の発生している近くでは、正確な測定ができない場合があります。

本器の取り扱いについて

警告



- 本器をぬらしたり、ぬれた手で測定しないでください。感電事故の原因になります。
- 改造、分解、修理はしないでください。火災や感電事故、けがの原因になります。

注意



- 不安定な台の上や傾いた場所に置かないでください。落ちたり、倒れたりした場合、けがや本体の故障の原因になります。
- 本器の損傷を防ぐため、運搬および取り扱いの際は振動、衝撃を避けてください。特に、落下などによる衝撃に注意してください。
- 本器の損傷を避けるため、測定端子、TEMP.SENSOR 端子、COMP. OUT 端子に電圧や電流を入力しないでください。

輸送時の注意

本器を輸送する際は、以下のことにご注意ください。

なお、輸送中の破損については保証しかねますのでご了承ください。

注意



- 本器を輸送する場合は、振動や衝撃で破損しないように取り扱ってください。
- 本器の損傷を避けるため、輸送する場合は、付属品やオプション類を本器から外してください。

長時間使用しない場合

重要

電池の液漏れによる腐食と本器の損傷を防ぐため、長い間使用しないときは、電池を抜いて保管してください。

リード線類の取り扱いについて

⚠ 危険



感電事故を防ぐため、測定リードの先端で電圧のかかっているラインを短絡しないでください。

⚠ 注意



- ・ リード線類の被覆に損傷を与えないため、踏んだり挟んだりしないでください。
- ・ 断線による故障を防ぐため、ケーブルやリード線の付け根を折ったり引っ張ったりしないでください。
- ・ 断線防止のため、コネクタを引き抜くときは、差込部分（ケーブル以外）を持って抜いてください。
- ・ ピン形リードの先端はとがっているため危険です。けがのないよう、取り扱いには十分注意してください。
- ・ リード線が溶けると金属部が露出し危険です。発熱部などに触れないようにしてください。
- ・ Z2002 温度センサには、精密加工が施されています。過度に高い電圧パルスや静電気がかかると、破損する可能性があります。
- ・ Z2002 温度センサ先端に過度の衝撃を加えたり、リード線を無理に曲げないでください。故障や断線の原因になります。

重要

- ・ 本器を使用するときは、必ず弊社指定の測定リード、温度センサを使用してください。指定以外のものを使用すると接触不良などで正確な測定ができない場合があります。
- ・ 測定リード、温度センサのジャックが汚れている場合は、拭き取ってください。汚れがある場合、接触抵抗の増加により温度測定値に影響を与えます。
- ・ 温度センサのコネクタが抜けないように注意してください。（抜けると温度補正や温度換算機能は使用できません）

ストラップを取り付ける前に

⚠ 注意



ストラップは本器4か所の取り付け部に確実に取り付けてください。取り付けが不十分だと、持ち運びの際に本器が落下し、破損する恐れがあります。

電池について

⚠ 警告



- 電池をショート、充電、分解または火中への投入はしないでください。破裂する恐れがあり危険です。



- 感電事故を避けるため、測定リードを外してから、電池を交換してください。
- 交換後は、必ずカバーをしてから使用してください。

⚠ 注意

性能劣化や電池の液漏れの原因になりますので、以下をお守りください。



- 新しい電池や古い電池、種類の違う電池を混在して使用しないでください。
- 極性＋－に注意し、逆向きに入れないでください。性能劣化や液漏れの原因になります。
- 使用推奨期限を過ぎた電池は使用しないでください。
- 使い切った電池を本器に入れたままにしないでください。



- 電池の液漏れによる腐食と本器の損傷を防ぐため、長い間使用しないときは、電池を抜いて保管してください。

重要

- 点灯時は電池が消耗していますので、早めに交換してください。点滅時は電池が消耗して測定ができませんので、新しい電池と交換してください。
- 使用後は必ず電源を切ってください。
- 本書中の「電池」は本器の駆動用電池を示します。
- 指定電池（単3形アルカリ乾電池）以外の電池は使用しないでください。Ni-MH電池は、充電状態や劣化状態により、液漏れする可能性があります。
- 電池は地域で定められた規則に従って処分してください。

電池残量表示

表示	
	電池残量あり。
	残量が減ると、左から目盛りが消えていきます。
	電池が消耗していますので早めに交換してください。
	(点滅) 電池残量なし。新しい電池と交換してください。

測定リードを接続する前に

⚠ 危険



- ・ 感電・短絡事故を避けるため、測定リードを接続する前に測定対象の電源を切ってください。

L2105 手元コンパレータランプを接続する前に

⚠ 注意



- ・ 機器やL2105 手元コンパレータランプの故障を防ぐため、本器の電源を切ってから接続してください。
- ・ COMP.OUT 端子はL2105専用端子です。L2105以外のものを接続しないでください。
- ・ コネクタの接続を確実にしないと仕様を満足しない場合があります。
- ・ 結束バンドを使用する際は測定リードを強く締めすぎないでください。測定リードを破損する恐れがあります。
- ・ ケーブルの芯線や被覆を傷める可能性がありますので、下記は行わないでください。
 - ケーブルをねじる・引っ張る。
 - ランプ付近のケーブルを小さく曲げて接続する。

Z2002 温度センサを接続する前に

⚠ 警告



- ・ コネクタの接続を確実にしないと仕様を満足しなかったり、故障の原因になります。

⚠ 注意



- ・ 機器やZ2002 温度センサの故障を防ぐため、本器の電源を切ってから接続してください。
- ・ Z2002 温度センサはTEMP.SENSOR 端子へ奥までしっかりと差し込んでください。接続が不十分な場合、測定値に大きな誤差を生じることがあります。

重要

Z2002 温度センサのジャックが汚れた場合は、拭き取ってください。汚れていると、温度測定値に誤差が生じます。

測定する前に

⚠ 危険

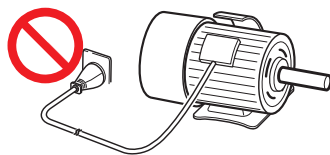


- 感電事故を防ぐため、測定リードの先端で電圧のかかっているラインを短絡しないでください。

⚠ 警告



- 感電事故や本器の損傷を防ぐため測定端子部に電圧を入力しないでください。また、電気事故を防ぐため、測定対象の電源を切ってから、測定してください。



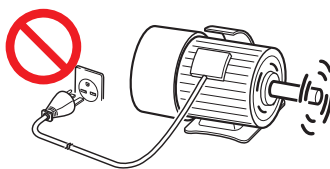
測定対象が電源に接続されている

- 測定対象に接続する瞬間、あるいは取り外す瞬間には火花が発生する場合があります。爆発性ガスが発生する場所では、使用しないでください。

⚠ 注意



- 電圧が加わっている部分の測定はしないでください。モータの電源を切っても、モータが慣性回転している状態では、端子に大きな起電力が発生しています。トランスやモータを耐圧試験直後に測定すると、誘起電圧や残留電荷により本器に損傷を与えます。



慣性回転中

- インダクタンスが5H以上かつ抵抗が 1Ω 以下のトランスやコイルを測定する場合には、測定電流が1Aとなる $3m\Omega$ レンジおよび $30m\Omega$ レンジを使用しないでください。本器を破損する可能性があります。
- バッテリーの内部抵抗の測定はできません。本器を破損します。バッテリーの内部抵抗を測定する場合は、HIOKI 3554、3555、BT3562、BT3563、3561 バッテリハイテスタなどをご利用ください。

重要

- SOURCE 端子はヒューズによって保護されています。ヒューズが断線している場合には「FUSE」と表示され、抵抗値を測定できません。ヒューズが断線している場合にはヒューズを交換してください。(p.112)
- 本器は直流電流で測定を行っているため、熱起電力の影響を受け、測定誤差が生じることがあります。このような場合はオフセット電圧補正機能をご利用ください。
「4.4 熱起電力によるオフセットの補正をする
(オフセット電圧補正機能：OVC 機能)」(p.50)
「付録6 熱起電力の影響について」(p.付8)
- インダクタンスの大きな電源トランスや開放型のソレノイドコイルなどを測定する場合には、測定値が安定しないことがあります。そのような場合は、SOURCE A-B 間に 1 μ F 程度のフィルムコンデンサを接続してください。
- SOURCE-A、SENSE-A、SENSE-B、SOURCE-B 配線はそれぞれ確実に絶縁してください。芯線やシールドが触れ合うと、正確な 4 端子測定が維持できなくなり、誤差が発生します。

Z2002 温度センサを使用する場合

⚠ 注意



Z2002 温度センサは防水構造になっていません。水などに入れないでください。

重要

- 温度補正する測定対象と Z2002 温度センサが周囲温度に十分なじんから測定してください。なじまない状態で測定すると大きな誤差を生じます。
- Z2002 温度センサを素手で持つと、誘導ノイズを拾い、測定値が安定しなくなる場合があります。
- Z2002 温度センサは周囲温度を測定する用途向けです。Z2002 温度センサを測定対象の表面などに取り付けても測定対象自体の温度は正しく測定できません。
- Z2002 温度センサは TEMP.SENSOR 端子へ奥までしっかりと差し込んでください。接続が不十分な場合、測定値に大きな誤差を生じることがあります。

1 概要

1.1 概要と特長

HIOKI RM3548は4端子法により、モータ・トランスなどの巻線抵抗、溶接の抵抗、プリント基板のパターン抵抗、ヒューズや抵抗器、伝導性ゴムなど素材の抵抗などさまざまな直流抵抗を高精度に測定することができます。本器には温度補正機能がついていますので、温度により抵抗値が変化する測定対象の測定に特に適しています。

小型軽量ボディながら確かなスペック

- 35,000 dgt. の高分解能
- 測定電流 1 A により 0.1 $\mu\Omega$ 分解能

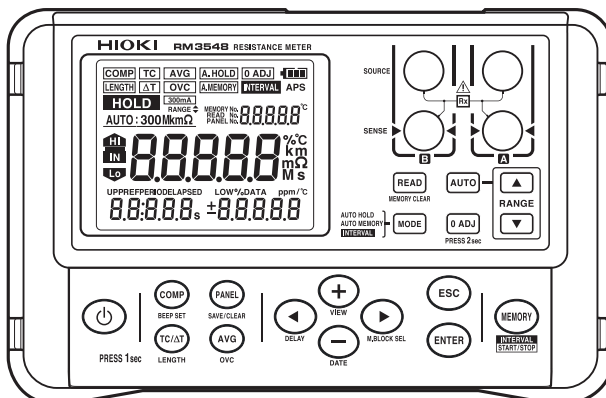
測定前のウォーミングアップ・ゼロアジャスト不要

温度上昇試験（通電停止時の温度推定）が簡単

- 温度換算機能・インターバル機能
- メモリした測定データは、コンピュータへファイルコピー

メンテナンス・大型製品の検査に最適な形状で測定対象から手と目を離さず測定可能

- ストラップ取り付け可能なポータブルタイプ
- オートメモリ機能、オートホールド機能、L2105 手元コンパレータランプ（オプション）



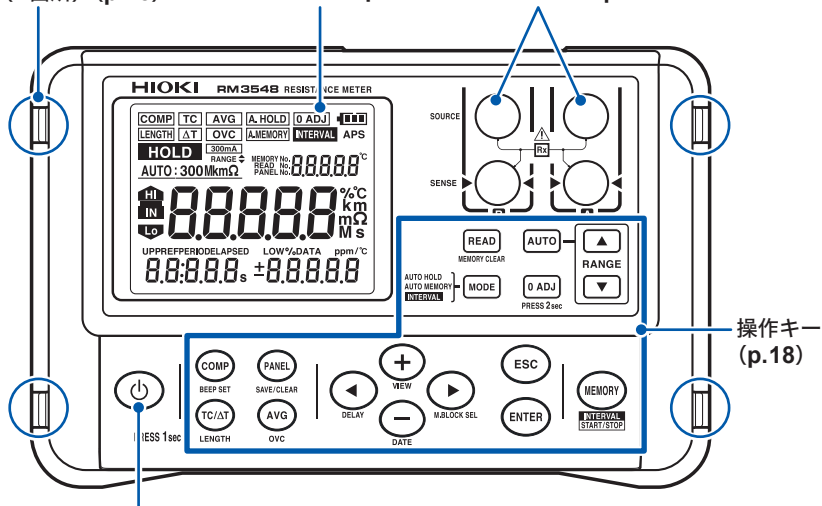
1.2 各部の名称と操作概要

正面

ストラップ取り付け穴
(4箇所) (p.28)

表示部 (p.22)

測定端子 (p.30)



[POWER] キー

電源を ON/OFF します。 (p.32)

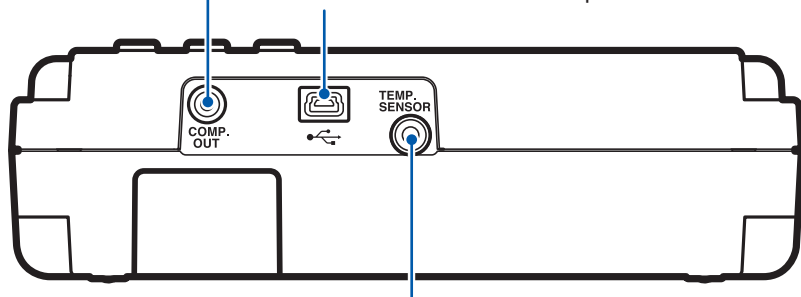
上面図

COMP. OUT 端子

オプションの L2105 手元コンパレータランプを接続します。(p.64)

USB 端子

USB ケーブルを接続します。(p.84)



TEMP.SENSOR 端子

付属の Z2002 温度センサを接続します。(p.31)

背面図

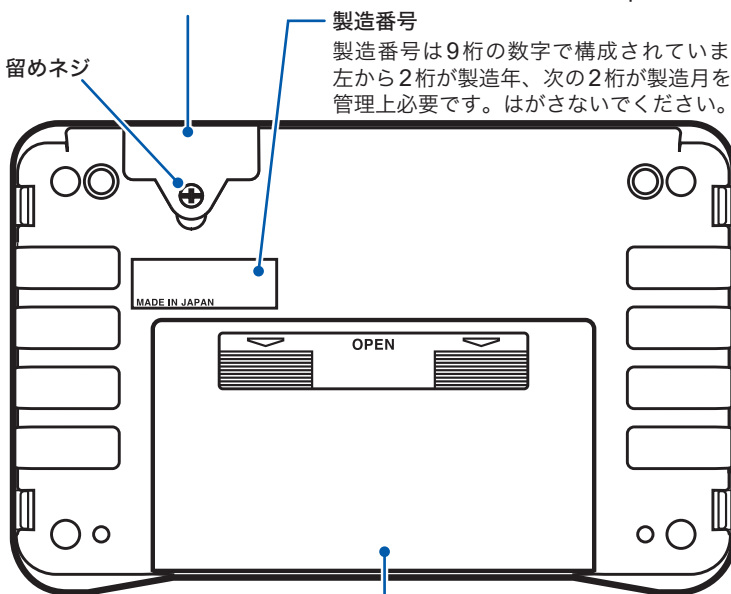
ヒューズカバー

中に測定回路保護用ヒューズが入っています。(p.112)

製造番号

製造番号は9桁の数字で構成されています。このうち、左から2桁が製造年、次の2桁が製造月を表しています。管理上必要です。はがさないでください。

留めネジ



電池カバー

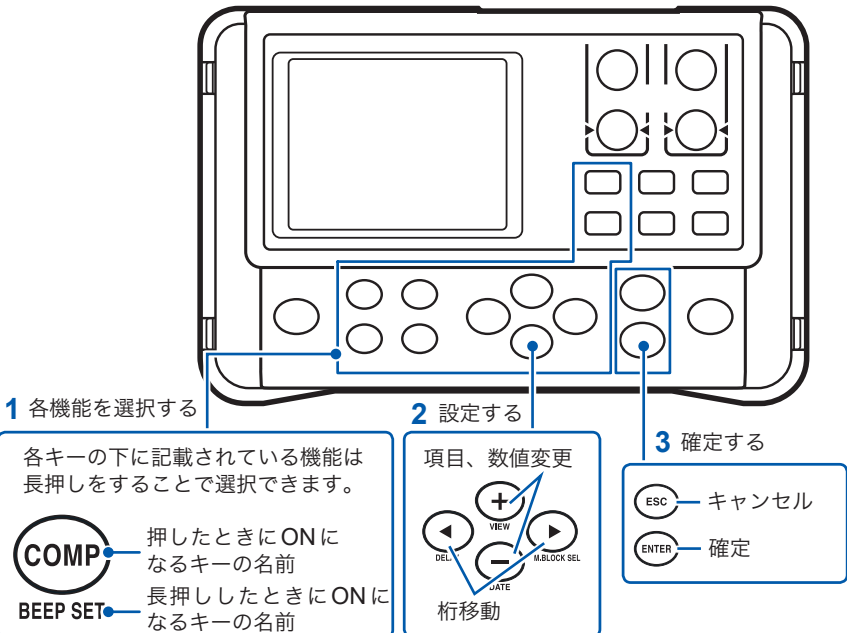
中に単3形アルカリ乾電池が8本入っています。(p.29)

操作キー

キー	説明
 COMP BEEP SET	[COMP] キー (p.60) ・コンパレータ機能：oFF→ON (ABSモード)→ON (REF%モード) [BEEPSET] キー (長押し) (p.63) ・判定音：oFF→Hi→in→Lo→Hi-Lo→ALL1→ALL2
 TC/ΔT LENGTH	[TC/ΔT] キー (p.49) (p.65) ・温度補正、温度換算機能：oFF→TC→ΔT [LENGTH] キー (長押し) (p.67) ・長さ換算機能：oFF→ON
 PANEL SAVE/CLEAR	[PANEL] キー (p.71) ・パネルロード：パネル番号変更、PrSetは測定条件初期化 [SAVE/CLEAR] キー (長押し) (p.70、p.72) ・パネルセーブ、クリア：SAvE→CLr
 AVG OVC	[AVG] キー (p.48) ・アベレージ機能：oFF→2回→5回→10回→20回 [OVC] キー (長押し) (p.50) ・オフセット補正機能 (OVC)：oFF→on
 DELAY	[←] キー ・設定の桁移動 [DELAY] キー (長押し) (p.52) ・ディレイ機能：PrSet (内部固定値)→10 ms→30 ms→50 ms→100 ms →300 ms→500 ms→1000 ms
 M.BLOCK SEL	[▶] キー ・設定の桁移動 [M.BLOCK SEL] キー (長押し) (p.74) ・メモリブロック変更：A→b→C→d→E→F→G→H→J→L
 + VIEW	[+] キー ・数値、項目変更 [VIEW] キー (長押し) (p.39) ・表示切替：温度→表示なし→メモリ番号 (MEMORY No)
 - DATE	[-] キー ・数値、項目変更 [DATE] キー (長押し) (p.87) ・日付・時刻確認画面表示
 ESC	[ESC] キー ・設定のキャンセル (設定画面の場合) ・HOLD状態を解除 (HOLD中の場合)
 ENTER	[ENTER] キー 設定の確定

キー	説明
	[MEMORY] キー (p.75) ・測定値保存 (マニュアルメモリ) [START/STOP] キー (長押し) (p.78) ・インターバル測定開始/停止 (インターバルモード中のみ)
	[READ] キー (p.79) ・保存測定データ表示 [MEMORY CLEAR] キー (長押し) (p.80) ・メモリクリア: LAsT (選択したブロックの最新データ) → bLoC (選択したブロック) → ALL (全データ)
	[MODE] キー (p.42, p.76, p.77) ホールドメモリモード切替: oFF → A.HOLD (オートホールド) → A.HOLD, A.MEMORY (オートメモリ) → INTERVAL (インターバル機能)
	[AUTO] キー (p.37) オートレンジ切り替え: AUTO 点灯 → 消灯
	[0 ADJ] キー (長押し) (p.44) ゼロアジャスト
	[RANGE] キー (p.36) 測定レンジ: $3\text{m}\Omega \leftrightarrow 30\text{m}\Omega \leftrightarrow 300\text{m}\Omega \leftrightarrow 3\Omega \leftrightarrow 30\Omega \leftrightarrow 300\Omega \leftrightarrow 3\text{k}\Omega \leftrightarrow 30\text{k}\Omega \leftrightarrow 300\text{k}\Omega \leftrightarrow 3\text{M}\Omega$

操作概要



電源を入れるときの設定一覧

以下の設定をするためには、本器の電源がOFFの状態から特定のキーを押しながら電源をONにする必要があります。

詳しくは各機能のページをご覧ください。

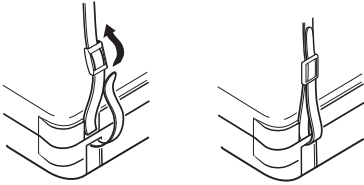
ゼロアジャストを解除する (p.47)	 + 
測定電流を切り替える (p.54)	 + 
オートパワーセーブ (APS) を解除する (p.33)	 + 
CSVファイルの小数点や区切り位置の文字列を変更する (p.86)	 + 
時刻の設定をする (p.88)	 + 
保存した測定データをすべて消去する (p.83)	 + 
現在の測定条件をリセットする (p.89)	 +  + 
システムリセットする (p.89)	 +  +  + 

1.3 測定の流れ

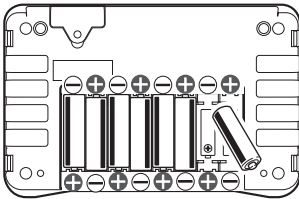
使用前には、必ず「ご使用にあたっての注意」(p.7)をご覧ください。

測定前の準備

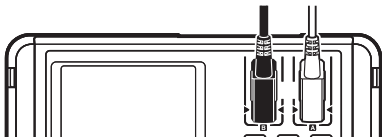
1 ストラップを取り付ける (p.28)



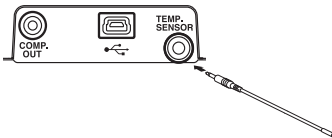
2 電池を取り付ける・交換する (p.29)



3 測定リードを接続する (p.30)

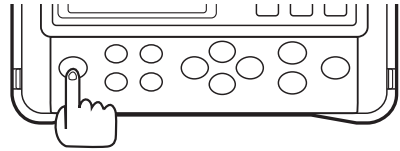


4 Z2002 温度センサを接続する (p.31)

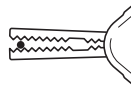
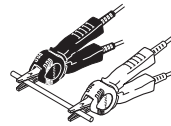


測定

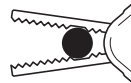
1 電源をONにして本器の設定をする* (p.32)



2 測定対象に測定リードを接続する (p.38)



細い線をクリップする
(先端部でクリップしてください)



太い線をクリップする
(歯の無い根元の部分でクリップしてください)

3 測定値を確認する (p.39)

4 測定対象から測定リードを離し、電源をOFFにする (p.32)

*次の場合はゼロアジャストをしてください

熱起電力などの影響で表示残りが気になる場合→表示がゼロになります。

(ゼロアジャストをした場合としない場合で確度は変わりません)

熱起電力はOVCでキャンセルすることもできます。(p.50)

4端子での配線(ケルビン配線)が困難な場合

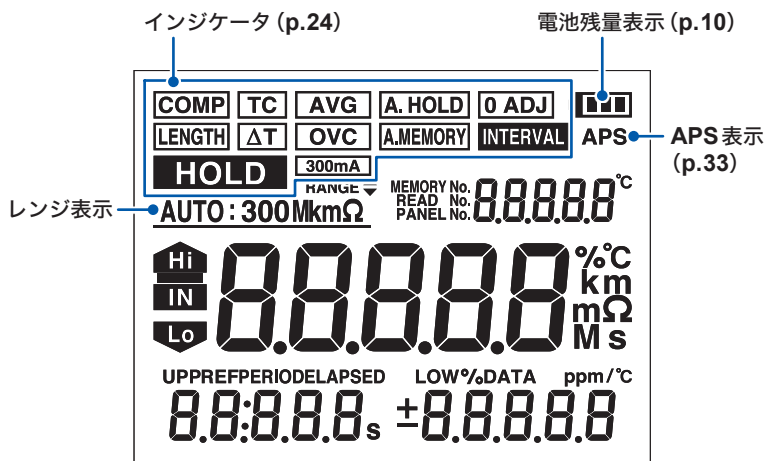
→2端子配線されている余剰抵抗をキャンセルします。

正しいゼロアジャストの方法については(p.付10)をご覧ください。

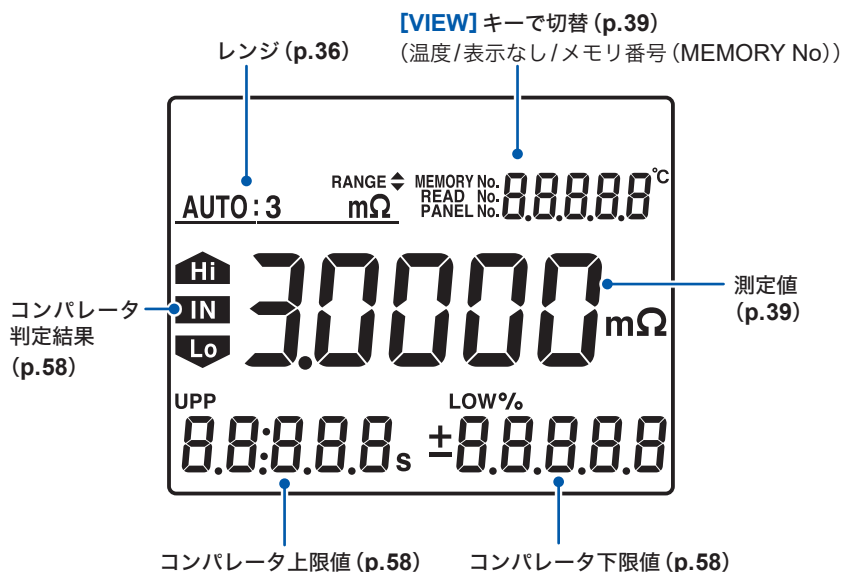
1.4 画面構成

表示部 (全点灯時)

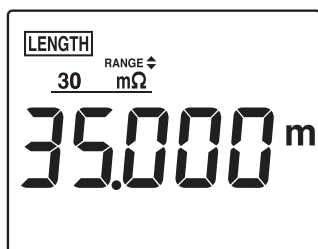
測定条件、設定状態、測定値、メモリ番号 (MEMORY No)、パネル番号、コンパレータ設定値、判定結果などを表示します。エラー表示については「エラー表示と対処方法 (p.110)」を参照ください。



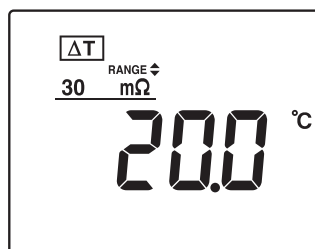
抵抗測定画面



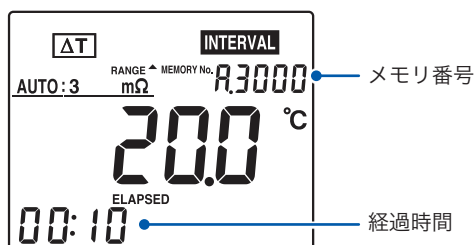
長さ換算測定画面 (p.67)



温度換算 (ΔT) 測定画面 (p.65)



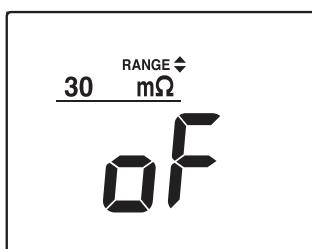
インターバル測定画面 (p.77)



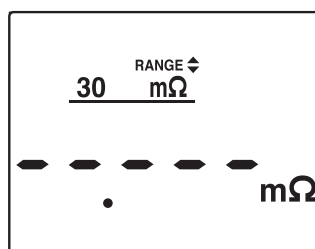
(画面はΔTがONになっている場合です)

測定値以外の表示 (詳しくは「測定異常を確認する」(p.40)をご覧ください)

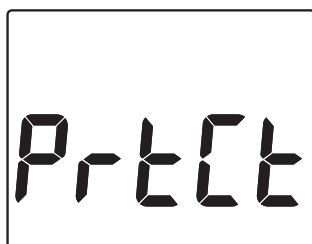
オーバーレンジ



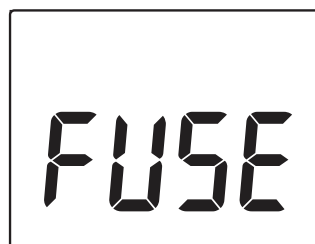
電流異常



保護機能が働いている



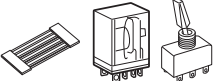
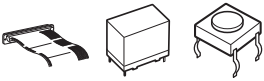
ヒューズ断線



インジケータ	説明	参照
COMP	点灯：コンパレータ機能が有効 点滅：コンパレータ機能が有効なため、押されたキーに対する処理が実行できない	(p.60)
LENGTH	点灯：長さ換算機能が有効 点滅：長さ換算機能が有効なため、押されたキーに対する処理が実行できない	(p.67)
TC	温度補正機能が有効	(p.49)
ΔT	点灯：温度換算機能が有効 点滅：温度換算機能が有効なため、押されたキーに対する処理が実行できない	(p.65)
AVG	測定値の平均化機能が有効	(p.48)
OVC	OVC 機能が有効	(p.50)
A. HOLD	オートホールド機能が有効	(p.42)
A.MEMORY	オートメモリ機能が有効	(p.76)
0 ADJ	点灯：ゼロアジャスト機能が有効 点滅：ゼロアジャスト中	(p.44)
INTERVAL	点灯：インターバル測定機能が有効 点滅：インターバル測定中、またはインターバル測定機能が有効なため、押されたキーに対する処理が実行できない	(p.77)
300mA	300mΩ レンジで測定電流が Hi (300 mA) 設定	(p.54)
HOLD	測定値がホールドされている	(p.42)
Hi	コンパレータ判定結果が 測定値 > 上限値	(p.58)
IN	コンパレータ判定結果が 下限値 ≤ 測定値 ≤ 上限値	
Lo	コンパレータ判定結果が 測定値 < 下限値	
RANGE ⇄	レンジ変更が可能	(p.36)
AUTO	オートレンジ機能が有効	
UPP	コンパレータ上限値	(p.58)
LOW	コンパレータ下限値	
REF	コンパレータ基準値	
%	コンパレータ許容範囲	
PERIOD	保存可能時間 (インターバルモード時)	(p.77)
ELAPSED	測定経過時間 (インターバルモード時)	
DATA	保存可能データ数	(p.74)
ppm/°C	温度補正用温度係数 (温度補正設定時)	(p.49)

1.5 測定対象を確認する

適切な抵抗測定のために、測定対象に応じて測定条件を適切に変更する必要があります。下表の推奨例を参考に、本器を設定した上で測定を開始してください。

測定対象	推奨設定 (太文字は初期設定からの変更)		
	温度補正 (p.49) / 温度換算 (p.65)	OVC (p.50)	300mΩ レンジの 測定電流 (p.54)
モータ、ソレノイド、 チョークコイル、トランス、 ワイヤーハーネス 	TC	OFF	Lo
電力用 接点、ワイヤーハーネス、 コネクタ、リレー接点、スイッチ 	*1	ON	Lo
導電性塗料、導電性ゴム 	—	OFF	Lo
一般の抵抗測定 ヒューズ、抵抗器、ヒータ、 電線、溶接部 	*1	ON	Lo
温度上昇試験 (モータ、チョークコイル、トランス) 	ΔT^{*2}	OFF	Lo
自動車のアースライン 信号用 接点、ワイヤーハーネス、コネ クタ、リレー接点、スイッチ 	*1	ON	Hi (300mA)
本器は開放電圧・測定電流ともに大きい場合信号用の接点抵抗を測定すると、接点の状態を変化させてしまいます。 信号用接点の測定には、RM3545をご使用ください。			

*1 測定対象の温度依存性が大きい場合には、温度補正を使用してください。

*2 インターバル測定機能を使用することで一定の間隔ごとに測定値を保存できます。(p.77)

重要

ディレイ設定PrSEt (プリセット) で測定できない場合は、ディレイを十分に長く設定してください。(p.52)

測定対象を確認する

2

測定前の準備

使用前には、必ず「ご使用にあたっての注意」(p.9)をご覧ください。

2

ストラップを取り付ける (p.28)



「電池を取り付ける・交換する」(p.29)



測定リードを接続する (p.30)



Z2002 温度センサを接続する (p.31)



点検をする (p.34)



電源を入れる (p.32)



測定

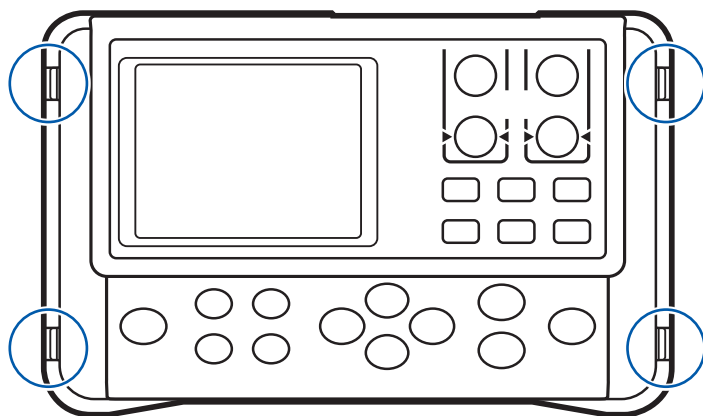
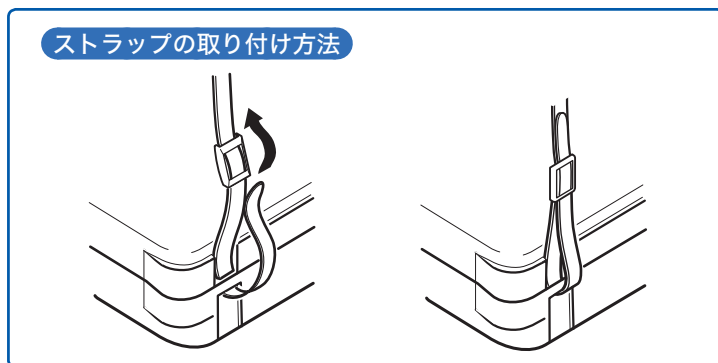


電源を切る (p.32)

*しばらく操作をしないと自動的に電源が切れます (APS 機能) (p.33)

2.1 ストラップを取り付ける

ストラップを取り付けると、本器を首にかけて使用することができます。次の方法で取り付けてください。



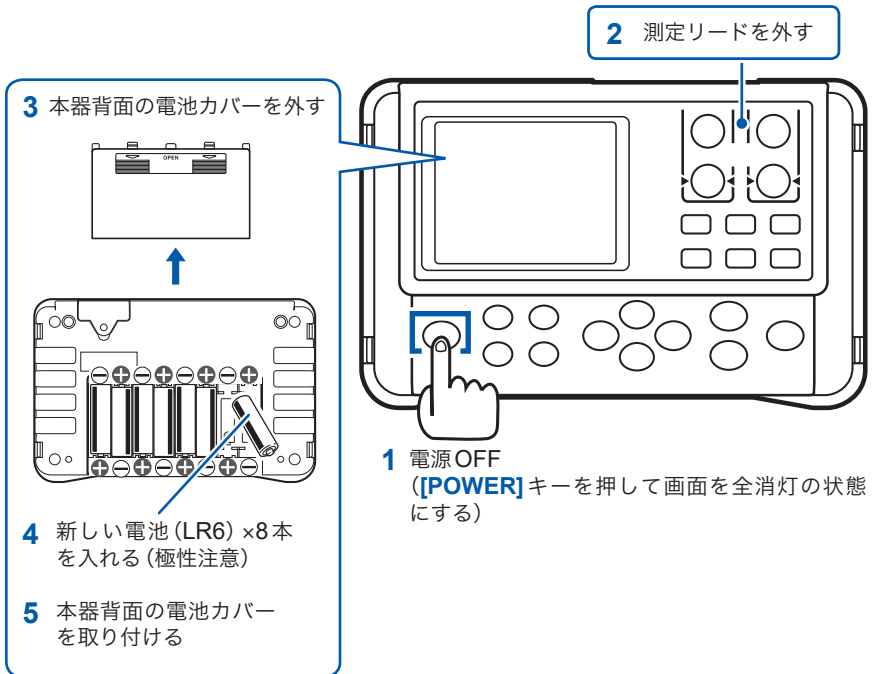
2.2 電池を取り付ける・交換する

本器をはじめて使用するときは、単3形アルカリ乾電池 (LR6) 8本を取り付けてください。また、測定前には、十分な電池残量があるか確認してください。電池残量が少なくなっている場合は、電池を交換してください。電池残量はバッテリーマークで確認できます。(p.10)

2

用意するもの

- 単3形アルカリ乾電池 (LR6) × 8本

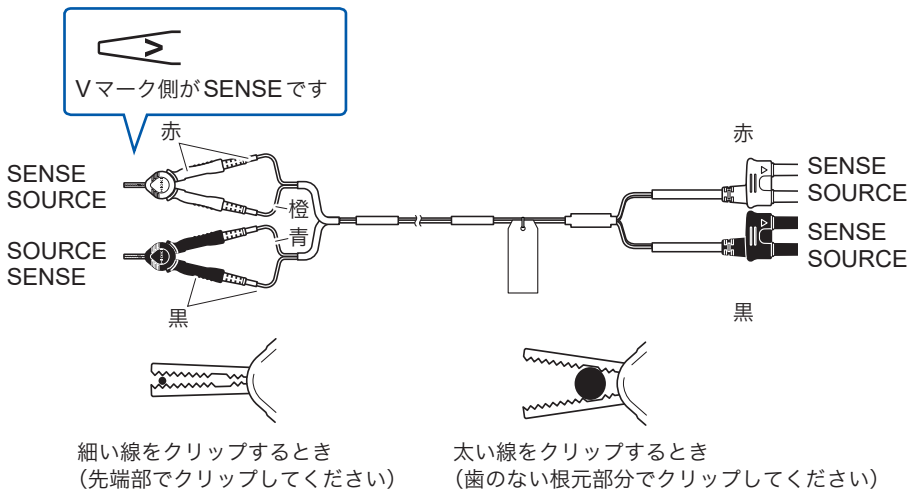


2.3 測定リードを接続する

付属の L2107 クリップ形リードもしくは、豊富な弊社オプションの測定リード類をご使用ください。オプションについては、「オプション」(p.3)をご覧ください。

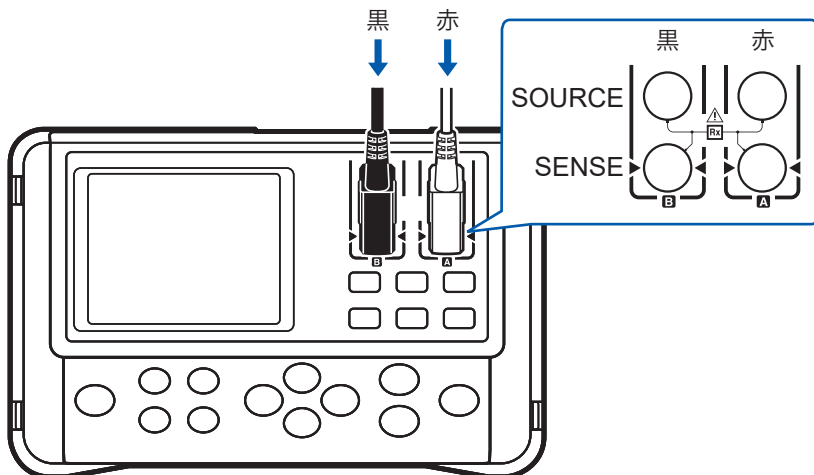
測定リードについて

(例：L2107 クリップ形リードの場合)



測定リードを本器に接続します。

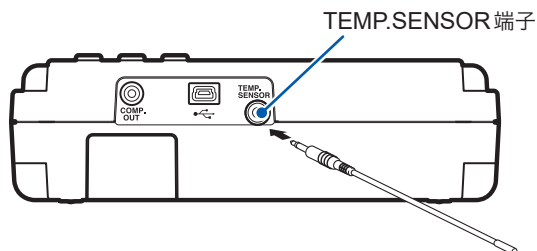
SOURCE (A、B)、SENSE (A、B) の4つの端子をすべて接続してください。



2.4 Z2002 温度センサを接続する (TC、 ΔT を使用する場合)

TEMP.SENSOR 端子に Z2002 温度センサを接続します。

接続方法

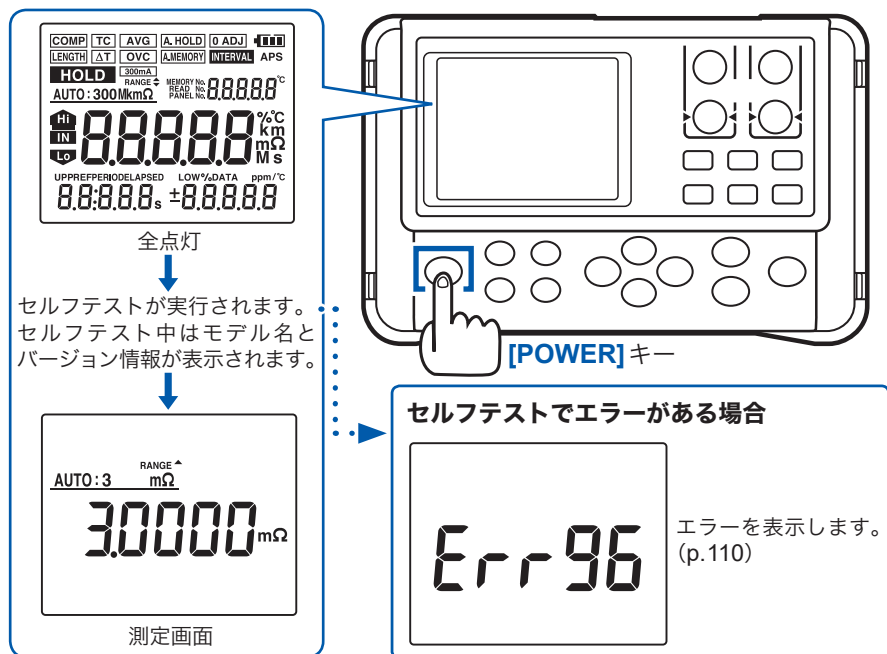


奥までしっかり差し込んでください。

2.5 電源を入れる・切る

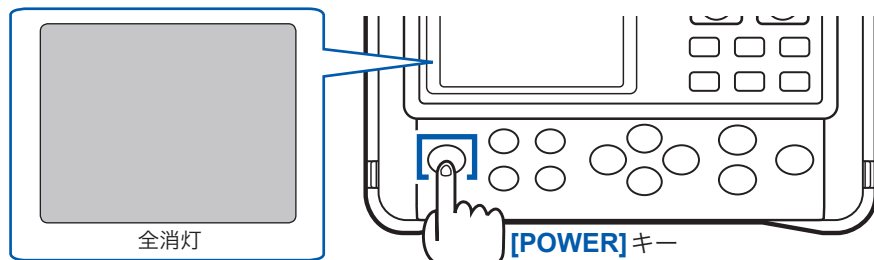
電源をONにする

[POWER] キーで電源をONにします。画面が全点灯するまで、押し続けてください。



電源をOFFにする

[POWER] キーで電源をOFFにします。画面が全消灯するまで、押し続けてください。



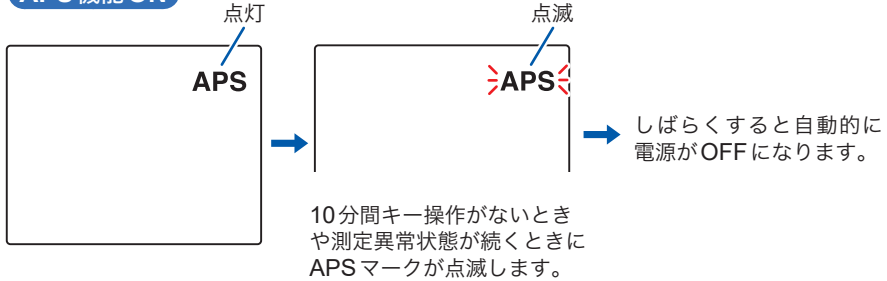
重要

再度電源をONにすると、電源をOFFにする直前の状態で起動します。

オートパワーセーブ (APS) による自動電源 OFF

APS機能により、使用していないときには自動的に電源が切れ、電池の消耗を抑えます。

APS機能 ON



重要

- ・ インターバル測定中、APS機能は自動的にOFFとなり、インターバル測定終了後にAPS機能は自動的にONとなります。
- ・ USB接続時、APS機能は自動的にOFFとなり、USB接続解除後にAPS機能は自動的にONとなります。

オートパワーセーブ (APS) を解除する

電源OFFの状態、[MEMORY]キーを押しながら[POWER]キーを押すとAPS機能を解除できます。APS機能の設定はバックアップされません。電源を再度ONにすると、APS機能はONに戻ります。

1 電源OFF (電源が入っている場合は切る)

- 2 電源OFFの状態、
- [MEMORY] キーを押しながら
- [POWER] キーを押す

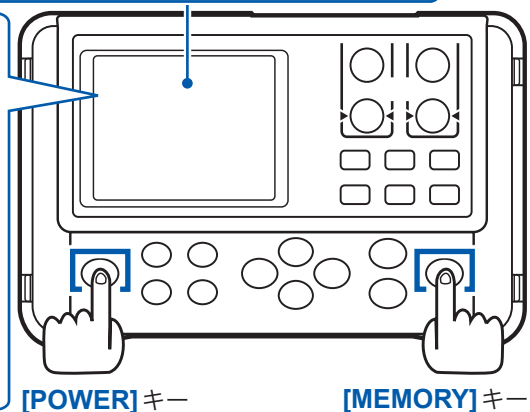
APS機能がOFF

消灯

3



(電源ON、APSのマーク消灯)



2.6 測定前の点検

使用前には、保存や輸送による故障がないか、点検と動作確認をしてから使用してください。故障を確認した場合は、お買上店（代理店）か最寄りの営業拠点にご連絡ください。

本器・周辺機器の確認

点検項目	対処
本器に破損しているところや亀裂がありますか？内部回路が露出していますか？	損傷がある場合は、使用しないで修理に出してください。
端子に金属片などゴミが付着していますか？	付着がある場合は、綿棒などで拭き取ってください。
測定リードの被覆が破れていたり、金属が露出していますか？	損傷がある場合は、測定値が不安定になったり誤差を生じる可能性があります。損傷していないものと交換することをお勧めします。

電源投入時の確認

点検項目	対処
電池残量は十分にありますか？	表示部右上に  で現在の状態を示しています。  の表示になった場合は電池が消耗していますので早めに交換してください。  の表示が点滅している場合は電池が消耗しているため測定できません。電池を交換してください。
表示項目に欠けているところはないですか？	電源を入れた際の全点灯表示で確認してください(p.22)。欠けている場合は修理にだしてください。
電源を入れたとき、全点灯→形名→測定画面の順番で表示されますか？	表示が異なる場合は、本器内部が故障している可能性があります。修理に出してください。参照：「10.1 困ったときは」(p.106) 「エラー表示と対処方法」(p.110)

測定する前には、必ず「測定する前に」(p.12)をご覧ください。

この章では、本器を使用する上での基本的な操作方法について説明します。

- 「3.1 測定レンジを設定する」(p.36)
- 「3.2 測定対象に測定リードを接続する」(p.38)
- 「3.3 測定値を確認する」(p.39)

測定条件のカスタマイズについては「測定条件のカスタマイズ」(p.43)をご覧ください。

3.1 測定レンジを設定する

測定レンジを選択します。また、自動選択（オートレンジ）もできます。

重要

オートレンジの場合や30 mΩレンジ以下に設定した場合は最大1 Aの電流が測定対象に定常的に流れ、最大で2 W程度の電力が印加される可能性があります*。測定電流により、次の問題が懸念される場合には、測定電流のより小さなレンジを選択してください。

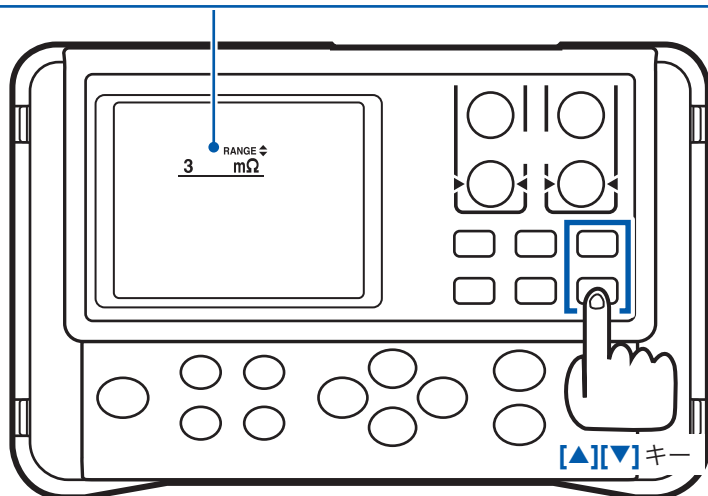
- 測定対象が溶断する（ヒューズ、インフレータ）
- 測定対象が発熱して、抵抗値が変化する
- 測定対象が磁化し、インダクタンスが変化する

測定対象の電力は、各レンジの測定範囲内であれば電力は抵抗値×（測定電流）²となります。測定範囲を超えると、最大で開放電圧×測定電流となることがあります。測定レンジを確認してから測定対象を接続してください。

*測定対象に接続した瞬間は、最大で5 Aの突入電流が流れます。
（収束時間：純抵抗の場合約1 ms）

マニュアルレンジにする

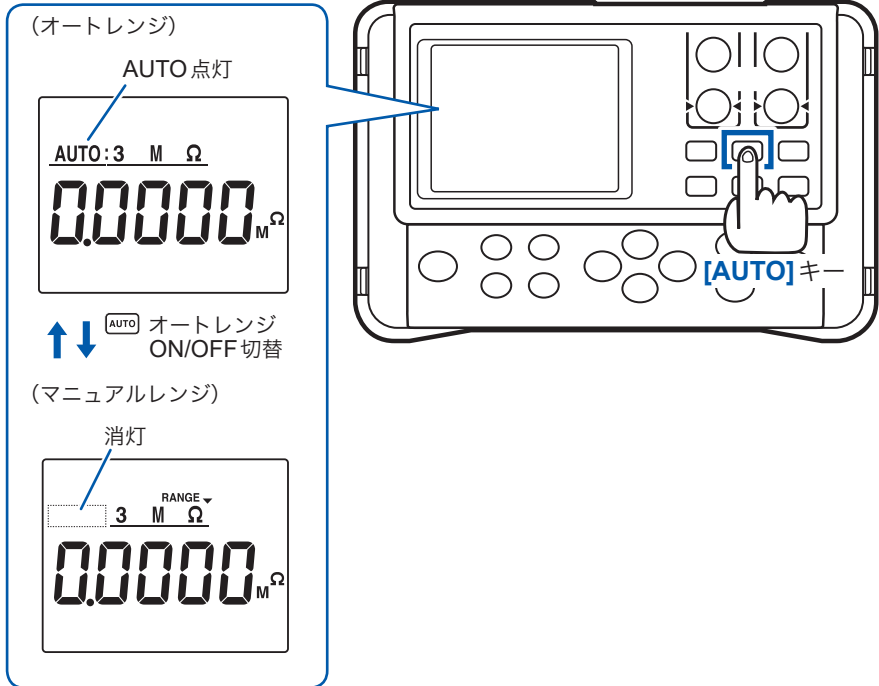
3mΩ ↔ 30mΩ ↔ 300mΩ ↔ 3Ω ↔ 30Ω ↔ 300Ω ↔ 3kΩ ↔ 30kΩ ↔ 300kΩ ↔ 3MΩ



オートレンジにする

[AUTO] キーでオートレンジに切り替えます。(初期設定はAUTO)

オートレンジに設定されている場合は**AUTO**が点灯します。

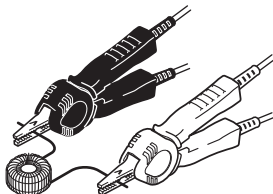


重要

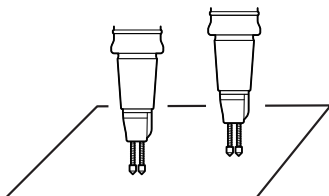
- オートレンジONの状態でレンジを変更すると、自動的にオートレンジが解除されマニュアルレンジとなります。
- コンパレータ機能をONにするとレンジが固定され変更できなくなります。レンジを変更する場合は、コンパレータ機能をOFFにするかコンパレータ設定の中でレンジを変更してください。
- 測定対象によってはオートレンジが安定しない場合があります。このときはマニュアルでレンジを指定するか、ディレイ時間を長くしてください。(p.52)
各レンジの測定確度は、「(1) 抵抗測定確度」(p.91)を参照してください。

3.2 測定対象に測定リードを接続する

例：L2107 の場合



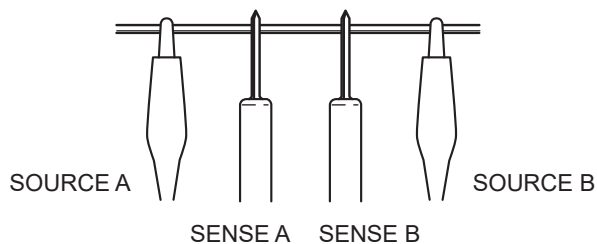
例：9772 の場合



(押し当てる)

例：9453 の場合

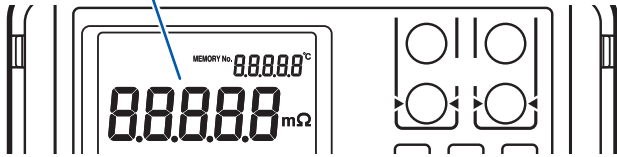
SENSE 端子は、SOURCE 端子よりも内側に配置



3.3 測定値を確認する

抵抗値が表示されます。

測定値以外が表示される場合は、「測定異常を確認する」(p.40)をご覧ください。



抵抗以外の測定値に換算したい場合は、以下をご覧ください。

- 「5.2 温度上昇試験をする(温度換算機能(ΔT))」(p.65)
- 「5.3 導体の長さを測定する(長さ換算機能)」(p.67)

重要

測定値に負号(-)がつく場合は以下を確認してください。

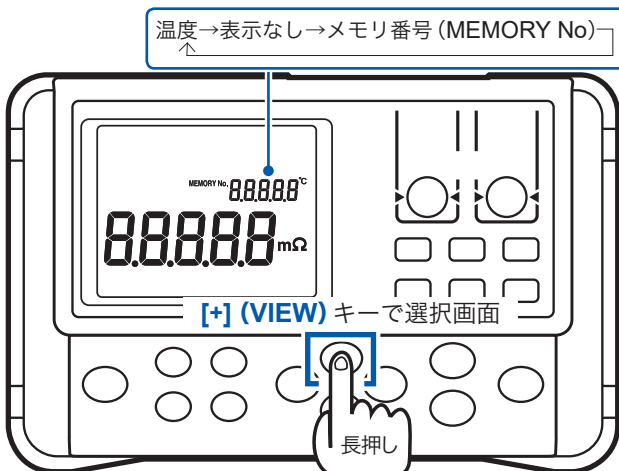
- SOURCE 線または SENSE 線の結線が反対になっている。
→正しく配線してください。
- 2端子測定でゼロアジャストをし、その後接触抵抗が小さくなった。
→ゼロアジャストしなおしてください。

表示を切り替える

[+] (VIEW) キー長押しで右上の表示を変更できます。

(温度/表示なし/メモリ番号(MEMORY No))

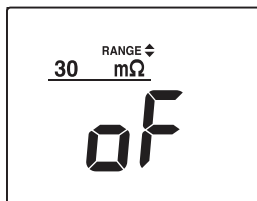
測定中に表示させたい項目を選択できます。



測定異常を確認する

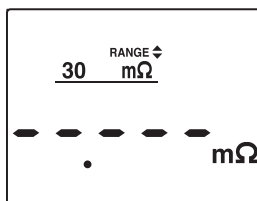
測定が正しく行われなかった場合、画面に測定異常を表示します。

オーバーレンジ*1



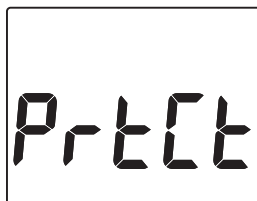
測定範囲や表示範囲を超えたときに表示します。
oF 表示時のコンパレータ判定は「Hi」、-oF 表示時のコンパレータ判定は「Lo」となります。
温度測定も同様に測定範囲を超えると oF 表示になります。

電流異常または未測定



次の2つの場合に表示します。
"-----" 表示の場合は、コンパレータ判定を行いません。
1. 電流異常*2
SOURCE A、SOURCE B 端子へ電流を流せない状態です。
2. 測定条件を変更してから一度も測定が行われていません。

保護機能が働いている



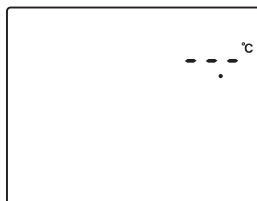
本器では測定端子に過電圧が入力されると、内部回路の保護機能が働きます。誤って過電圧を入力してしまった場合は、すぐに測定リードを測定対象から外してください。保護機能が働いている間は測定できません。保護機能を解除するためには、測定リードのA側(赤)とB側(黒)を接触させるか、電源を入れなおしてください。

ヒューズ断線



本器では測定端子にヒューズがついており、過電圧入力のを保護をしています。誤って電圧を入力しヒューズを切ってしまった場合は、ヒューズを交換してください。(p.112)

Z2002 温度センサ未接続



Z2002 温度センサが接続されていないため、温度測定が出来ません。TCやΔTを使用しない場合は、Z2002 温度センサを接続する必要はありません。温度を表示したくない場合は[+] (VIEW) キーで表示を切り替えてください。

温度演算エラー

tErr

TCやΔTをONにしている時に、Z2002 温度センサが接続されていないか温度がoF表示になっています。Z2002 温度センサの接続を確認してください。

重要

測定対象に SOURCE 端子側が接続されていて、SENSE 端子側が接触不良の場合には、不定な測定値を表示する場合があります。

3

*1 オーバー検出機能

オーバーとして検出される例

オーバー検出	測定例
測定範囲を超えたとき	30mΩ レンジで 40mΩ を測定
測定値の相対表示 (% 表示) が表示範囲 (999.99%) を超えたとき	基準値 20Ω で 500Ω (+2400%) を測定
測定中に A/D コンバータの入力が範囲を超えたとき	外来ノイズの大きな環境で高抵抗測定をした場合など
演算結果が表示できないとき	長さ換算機能の演算結果が 999.99 km を超える

*2 電流異常検出機能

電流異常になる例

- SOURCE A、SOURCE B プローブを開放している
- 測定対象が断線している（オープンワーク）
- SOURCE A、SOURCE B 配線の断線、接続不良

重要

配線抵抗が以下の値を超えると、電流異常となり測定できなくなります。測定電流 1 A のレンジでは、配線抵抗および測定対象と測定リードとの接触抵抗を低く抑えてください。

レンジ [Ω]	3m	30m	300m	3	30	300	3k	30k~3M
配線抵抗および接触抵抗 (SOURCE B-SOURCE A の抵抗値：測定対象のぞく) [Ω]	0.5	10	100	2k	800	2k		

(参考値)

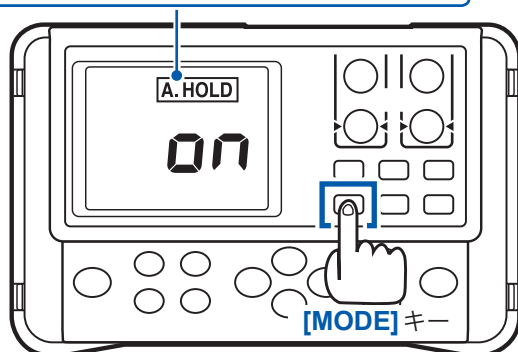
測定値を確認する

測定値をホールドする

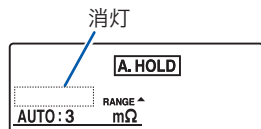
測定値を確認する場合には、オートホールド機能が便利です。測定値が安定したら自動でホールドします。

- 1 OFF → オートホールド (A.HOLD) → オートメモリ (A.HOLD, A.MEMORY) → インターバル (INTERVAL) → OFF

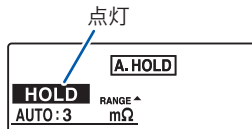
- 2
- ESC キャンセル
ENTER 確定



- 3
- 測定中 (HOLD 解除中)



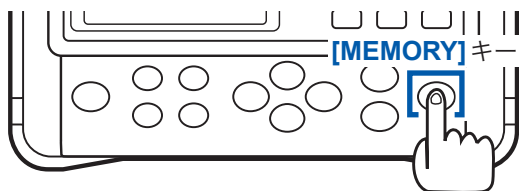
HOLD 中



一度測定対象から測定リードを離し、再び測定対象に測定リードを接触させると HOLD 解除されます。また、レンジ切り替えや [ESC] キーを押すことで解除することもできます。

測定値をメモリする

測定値を後で確認する場合には、メモリ機能が便利です。
表示されている測定値を保存します。



メモリ機能についての詳細は「7.1 任意のタイミングで保存する (マニュアルメモリ)」(p.75) をご覧ください。

測定する前には、必ず「測定する前に」(p.12)をご覧ください。

この章では、より高度な測定、正確な測定をする機能について説明します。

- 「4.1 ゼロアジャストする」(p.44)
- 「4.2 測定値を安定させる(アベレージ機能)」(p.48)
- 「4.3 温度の影響を補正する(温度補正機能(TC))」(p.49)
- 「4.4 熱起電力によるオフセットの補正をする
(オフセット電圧補正機能：OVC機能)」(p.50)
- 「4.5 測定が安定するまでの時間を設定する
(ディレイ機能)」(p.52)
- 「4.6 測定電流を切り替える(300mΩレンジ)」(p.54)

4.1 ゼロアジャストする

次の場合はゼロアジャストをしてください。
(各レンジ $\pm 3\%$ f.s.までの抵抗をキャンセルすることができます)

- 熱起電力などの影響で表示残りが気になる場合
→表示がゼロになります。
ゼロアジャストをした場合としない場合で確度仕様は変わりません。
熱起電力はOVCでキャンセルすることもできます。(p.50)
- 4端子での配線(ケルビン配線)が困難な場合
→2端子配線されている余剰抵抗をキャンセルします。(p.付22)

正しいゼロアジャストの方法については「付録7 ゼロアジャストについて」(p.付10)をご覧ください。

ゼロアジャストの前に

重要

- ゼロアジャストした後、環境温度に変化があったときや、測定リードを変えたときも再度ゼロアジャストをしてください。ただし、ピン形リード9465-10、9772など、ゼロアジャストが困難な場合には、標準付属のクリップ形リードL2107などでゼロアジャストをし、ピン形リードに取り替えてから測定をしてください。
- 使用する全レンジでゼロアジャストを実行してください。マニュアルレンジの時は現在のレンジのみ、オートレンジの場合はすべてのレンジにおいてゼロアジャストされます。
- ゼロアジャストの値は電源を切っても内部で保持していますが、パネルには保存されません。
- オフセット電圧補正機能(OVC)をONからOFF、またはOFFからONへ切替えた場合は、ゼロアジャストは解除されます。再びゼロアジャストを実施してください。
- 測定電流をLoからHi、またはHiからLoへ切り替えた場合は、ゼロアジャストが解除されます。再びゼロアジャストを実行してください。
- ゼロアジャストした時の抵抗値よりも小さな抵抗を測定すると、測定値がマイナスになります。
例：300m Ω レンジで2m Ω を接続してゼロアジャスト
→1m Ω を測定すると、-1m Ω が表示される

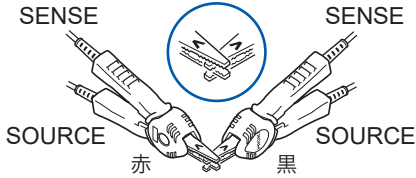
ゼロアジャストを実行する

1 測定リードを短絡します。

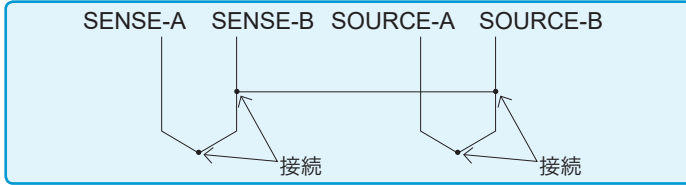
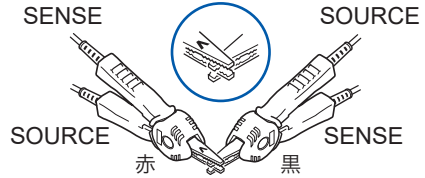
L2107

正

クリップのVマークをあわせえます。

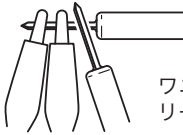


誤



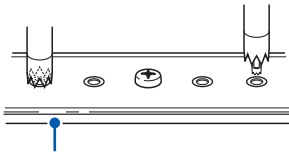
4

9453 (オプション)

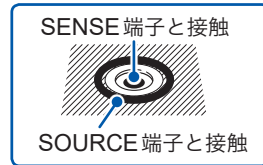


ワニ口クリップを外側、
リード棒を内側にしてゼロアジャストしてください。

9465 (オプション)



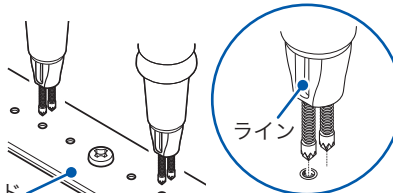
9454 ゼロアジャストボード (オプション)



9772 (オプション)



9454 ゼロアジャストボード
(オプション)

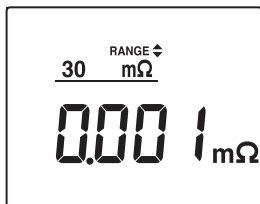


SENSE 側のピンは、
ベース部分にラインが
付けられています。
ゼロアジャストを行う
ときは、このラインを
同じ向きに合わせて
実行してください。

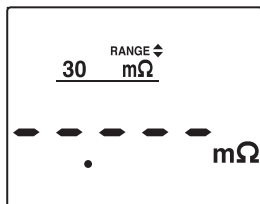
2 測定値が $\pm 3\% \text{f.s.}$ 以内であることを確認します。

測定値が表示されない場合は、測定リードの結線の仕方が正しいか確認してください。

結線が正しい場合

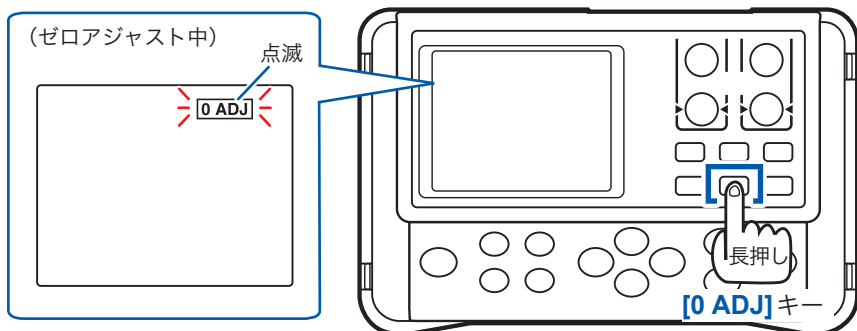


結線が誤っている場合



3 [0ADJ] キー長押しでゼロアジャスト実行します。

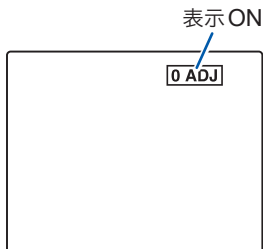
ゼロアジャストボードを使用する場合など、キーを押すのが難しい場合は、測定リードを短絡する前に [0ADJ] キーを押してください。測定値が安定した後にゼロアジャストを自動実行します。



4 ゼロアジャスト実行後

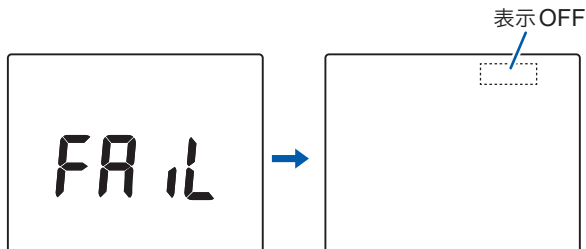
ゼロアジャスト成功

ブザーが鳴り、測定画面が表示されます。



ゼロアジャスト失敗

ブザーが鳴り、「FAIL」と表示されます。その後、測定画面が表示されます。



ゼロアジャストに失敗した

ゼロアジャストができない場合、ゼロアジャストする前の測定値が各レンジフルスケールの $\pm 3\%$ を超えているか、測定異常の状態になっています。もう一度正しい結線でゼロアジャストし直してください。自作ケーブルなどで抵抗値が高い場合は、ゼロアジャストできませんので、配線抵抗を低く抑えるようにしてください。
(p.41)

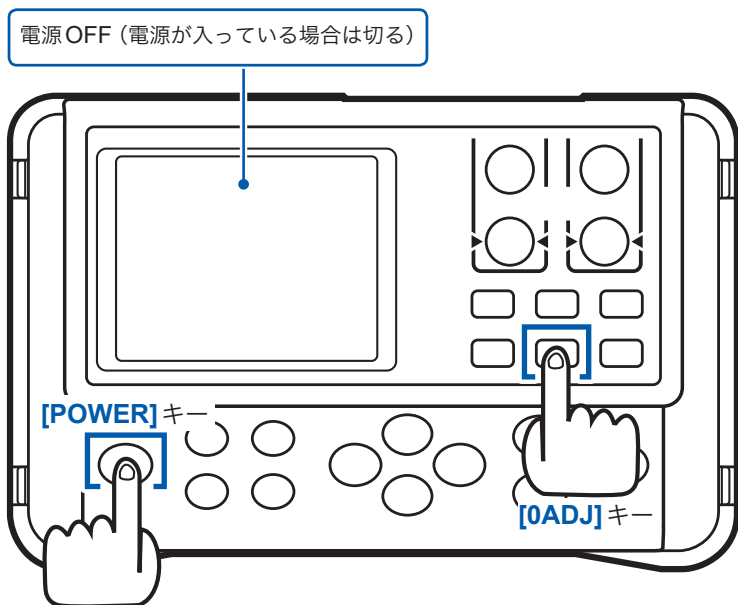
重要

- オートレンジでゼロアジャストに失敗した場合、すべてのレンジのゼロアジャストが解除されます。
- マニュアルレンジでゼロアジャストに失敗した場合、現在のレンジのゼロアジャストが解除されます。

4

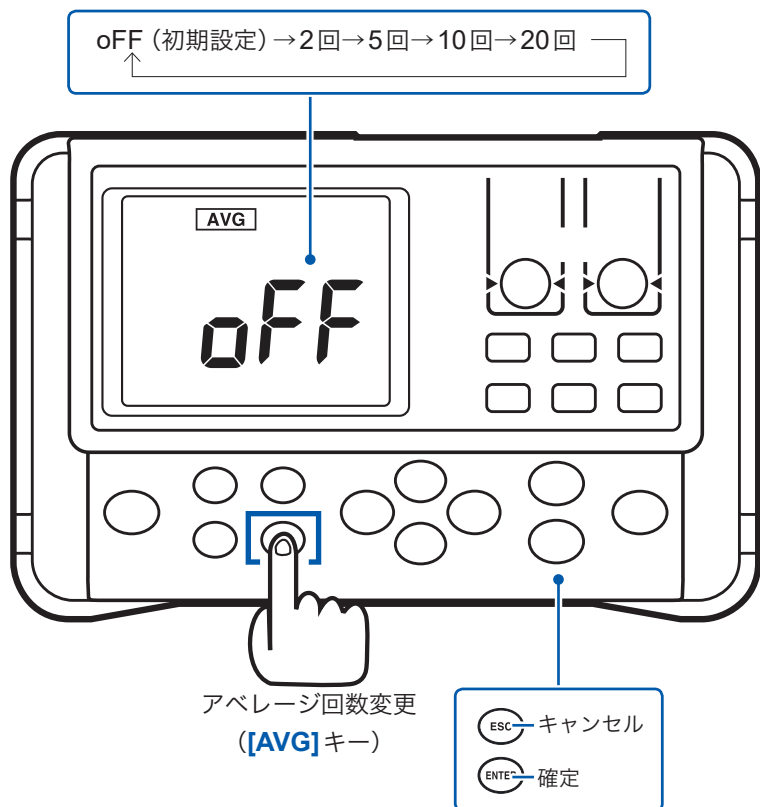
ゼロアジャストを解除する

電源 OFF の状態で、**[0ADJ]** キーを押しながら **[POWER]** キーを押すとすべてのレンジのゼロアジャストを解除します。



4.2 測定値を安定させる (アベレージ機能)

複数の測定値を移動平均して表示します。この機能により測定値のふらつきを小さくすることができます。

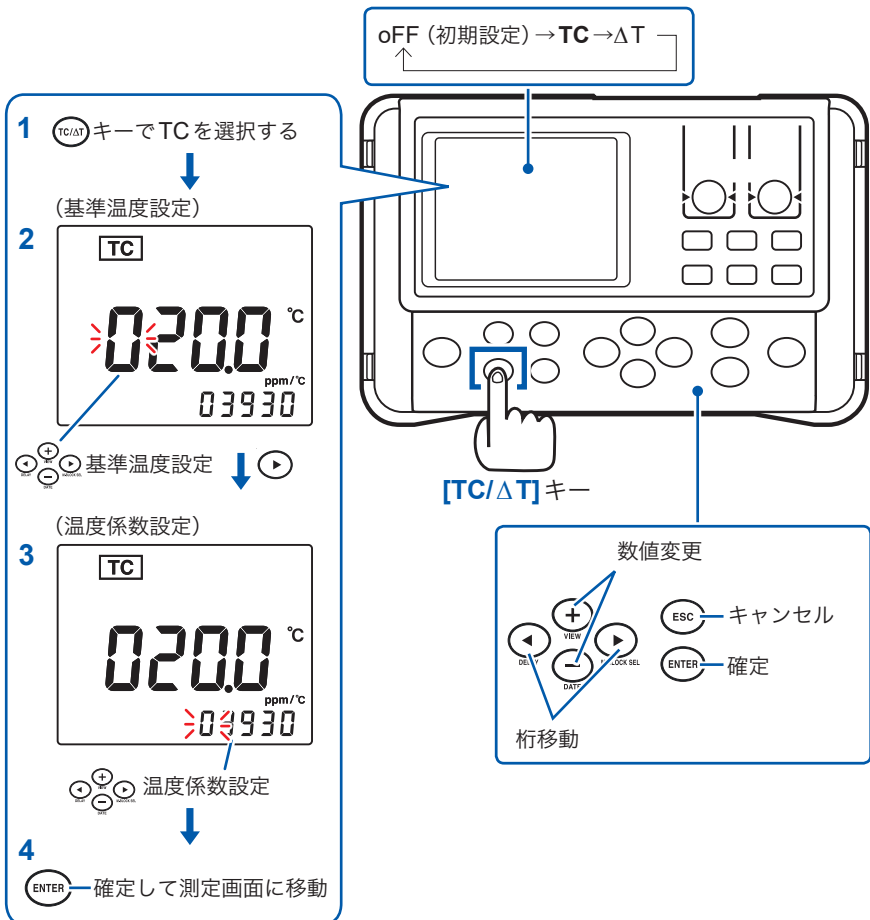


アベレージ回数は (+) (-) でも変更できます。

4.3 温度の影響を補正する (温度補正機能 (TC))

抵抗値を基準温度に換算して表示します。温度補正の原理については、「付録4 温度補正機能 (TC) について」(p.付4)をご覧ください。

温度補正をする場合は、Z2002 温度センサを本体側面の TEMP.SENSOR 端子に接続してください。また接続する際には、必ず「2.4 を接続する (TC、 ΔT を使用する場合)」(p.31)をお読みください。



重要

「t.Err」と表示される場合は Z2002 温度センサが接続されていないか、温度が oF 表示になっています。Z2002 温度センサの接続を確認してください。

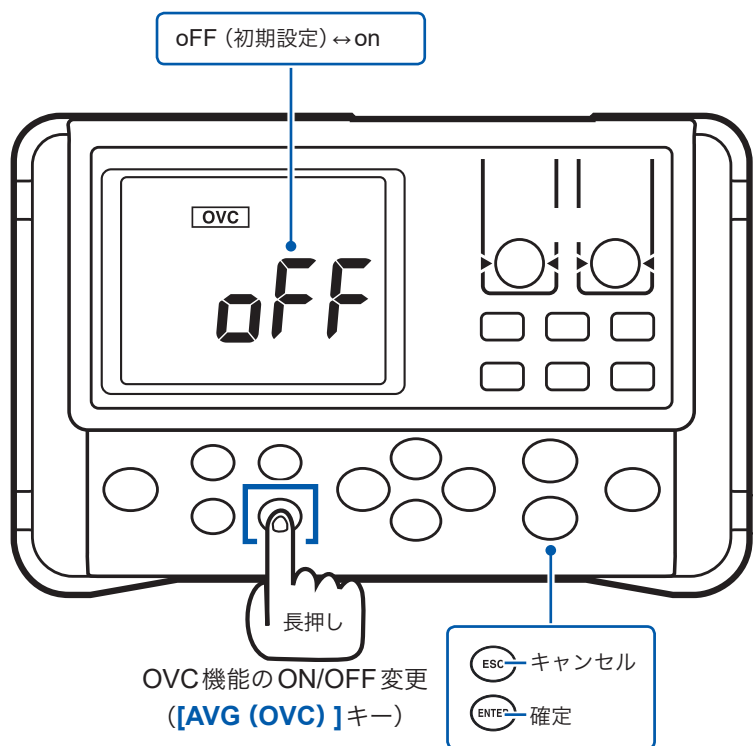
4.4 熱起電力によるオフセットの補正をする （オフセット電圧補正機能：OVC機能）

熱起電力や本器内部のオフセット電圧などを自動的に補正します。

（OVC:Offset Voltage Compensation）

参照：「付録6 熱起電力の影響について」（p.付8）

測定電流を流したときの測定値 R_p と、測定電流を流さないときの測定値 R_z から R_p-R_z を真の抵抗値として表示します。



OVC機能のON/OFFは $\oplus$ $\ominus$ でも変更できます。

重要

- オフセット電圧補正機能がONの場合（OVCインジケータ点灯）、測定値の表示更新が遅くなります。
- $3\text{k}\Omega$ レンジ以上はOVC機能は使用できません。自動的にOFFになります。
- オフセット電圧補正機能を変更した場合は、ゼロアジャスト機能が解除されます。
- 測定対象のインダクタンスが大きな場合、遅延時間（ディレイ時間）の調整が必要です。（p.52）

最初は遅延時間を長めに設定し、測定値を見ながら徐々に短くしてください。

- 測定対象の熱容量が小さい場合、オフセット電圧補正機能が効果を示さないことがあります。

4.5 測定が安定するまでの時間を設定する（ディレイ機能）

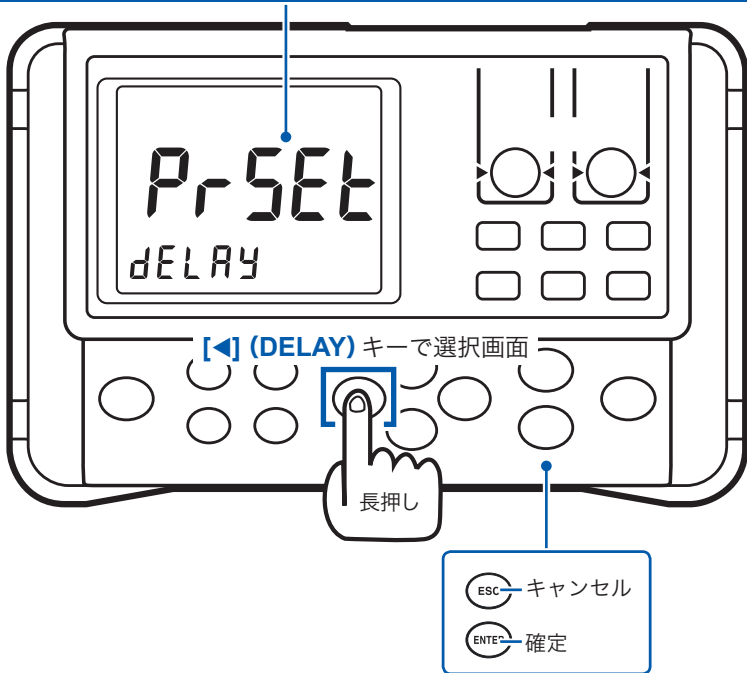
OVCおよびオートレンジで測定電流を変化させた後にウェイトをおき、測定が安定する時間を調整します。この機能を使用することで、測定対象のリアクタンス成分が大きな場合にも、内部回路が安定してから測定を開始することができます。

PrSEt（プリセット設定）はレンジやオフセット電圧補正機能によって値が異なります。

Preset設定のOVCディレイ値（内部固定）（単位：ms）

測定電流	レンジ	ディレイ時間
Lo	3mΩ ～ 30mΩ	200
	300mΩ ～ 3Ω	50
	30Ω ～ 300Ω	30
Hi	300mΩ	200

PrSet（プリセット）→ 10 ms → 30 ms → 50 ms → 100 ms → 300 ms → 500 ms → 1000 ms
↑



ディレイ時間は $\oplus$ $\ominus$ でも選択できます。

遅延時間の目安

- インダクタなど測定電流を印加してから安定するまでに時間がかかり、初期状態（プリセット）で測定できない場合には、ディレイを調整してください。ディレイ時間は下記の計算値の10倍を目安に、リアクタンス成分（インダクタンス、キャパシタンス）が測定値に影響しないよう設定してください。

$$t = -\frac{L}{R} \ln \left(1 - \frac{IR}{V_0} \right)$$

L : 測定対象のインダクタンス

R : 測定対象の抵抗+リード線抵抗+接触抵抗

I : 測定電流（参照：「確度」(p.92)）

V_0 : 開放電圧（参照：「確度」(p.92)）

- 最初は遅延時間を長めに設定し、測定値を見ながら、徐々に遅延時間を短くしてください。
- ディレイを長くすると測定値の表示更新が遅くなります。

4.6 測定電流を切り替える (300mΩレンジ)

本器では、300mΩレンジの測定電流を300 mA (工場出荷時100 mA) に変更することができます。大電流配線を実使用状態に近い条件で測定できる他、外来ノイズの大きな環境での測定にも有利です。*¹

重要

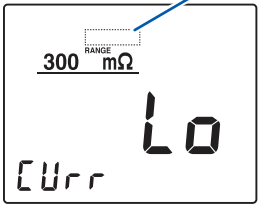
- 測定電流を300mAにした場合、測定対象の消費電力が大きくなります。
- 高確度な測定を必要とする場合には、測定電流100 mAで使用してください。
- 測定電流を変更すると、ゼロアジャストはクリアされます。

レンジ[Ω]	3m	30m	300m	3	30	300	3k	30k	300k	3M
測定電流[A]	1		300 m	100 m	10 m	1 m		100 μ	5 μ	500 n

1 電源OFF (電源が入っている場合は切る)

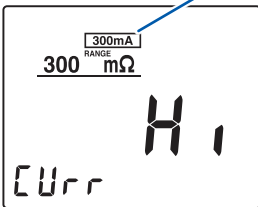
2 電源OFF の状態で、
 ▲ キーを押しながら
 電源キーを押す

3 Lo 選択時 (100 mA) 消灯

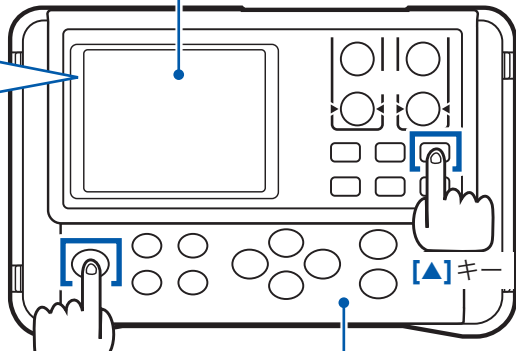


↑↓ ▲ または (+) / (-) キーで変更

Hi 選択時 (300 mA) 点滅



4 ENTER キーで確定して測定画面に移動



[POWER] キー

[▲] キー

ESC キー → キャンセルして測定画面に移動

ENTER キー → 確定して測定画面に移動

測定電流300 mA で測定している場合は300 mA インジケータが点灯します。

*1 電源配線やアース配線など大電流が流れる接続部分（コネクタ接点、溶接部、かしめ部、ねじ留め部など）の抵抗を測定する場合には、なるべく流れうる最大電流に近い条件で測定することが好ましいです。理由は次の通りです。

- 異常のない接続部分でも、小さな測定電流では高めの抵抗値を示す場合がある。
これは未使用時に接点に生じる酸化皮膜が原因です。
- 小さな電流で異常なしと判断しても、大電流が流れた時に接続部分が溶融してしまう場合がある。
これは、局所的に抵抗の高い部位が存在した場合に発生する現象で、大電流によるジュール発熱が原因です。

（参考）

道路運送車両の保安基準の細目を定める告示（【2009.10.24】別添 110（電気自動車及び電気式ハイブリッド自動車の高電圧からの乗車人員の保護に関する技術基準））において「すべての露出導電部と電氣的シャシとの間の抵抗値は、0.2 A以上の電流を流した状態で0.1Ω未満でなければならない。」という記載があります。このような試験を行う場合には、300mΩレンジにおける測定電流を300 mAにして測定してください。

測定電流を切り替える (300mΩレンジ)

5 判定・換算機能

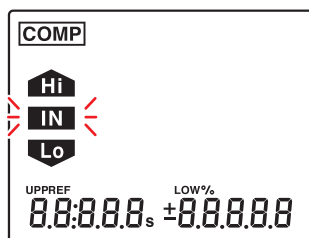
この章では、測定値の判定や換算機能について説明します。

- 「5.1 測定値を判定する（コンパレータ機能）」（p.58）
- 「5.2 温度上昇試験をする（温度換算機能（ ΔT ）」（p.65）
- 「5.3 導体の長さを測定する（長さ換算機能）」（p.67）

5.1 測定値を判定する（コンパレータ機能）

あらかじめ設定した基準値や上下限值に対し、測定値がHi（測定値>上限値）、IN（上限値 $\geq$ 測定値 $\geq$ 下限値）、Lo（下限値>測定値）であるかを判定します。

- 判定結果は画面、ブザー（初期設定ではブザー OFF）、L2105 手元コンパレータランプ（オプション）で確認できます。



- 判定方法はABSモードとREF%モードの2種類あります。

重要

- ΔT または長さ換算機能をONにするとコンパレータ機能は自動的にOFFになります。
- コンパレータ機能をONに設定すると、レンジ切り替え（オートレンジ含む）は操作できません。オートレンジを使用したい場合、またはレンジを変更したい場合は、コンパレータ機能をOFFに設定してから **[AUTO]** キーまたは **[▲][▼]** キーで変更してください。
- コンパレータ機能をONに設定するとインターバルメモリ機能は使用できません。

コンパレータ機能を使用する前に

- 測定値が表示されない場合、コンパレータの判定表示は次のようになります。
測定異常時は判定しません。(p.40)

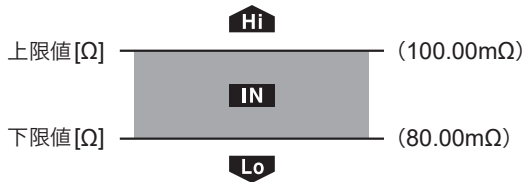
表示	コンパレータ判定表示 (COMP ランプ)
oF	Hi
-oF	Lo
----	判定なし

- 設定の途中で電源を切ると、設定中の値は無効になり、以前の設定値になります。
設定を確定したいときは、**[ENTER]** キーを押してください。

ABS (絶対値判定) モードとは

上下限値を設定し、判定します。

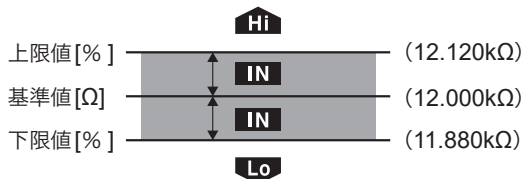
例： 上限値 100.00mΩ
下限值 80.00mΩ



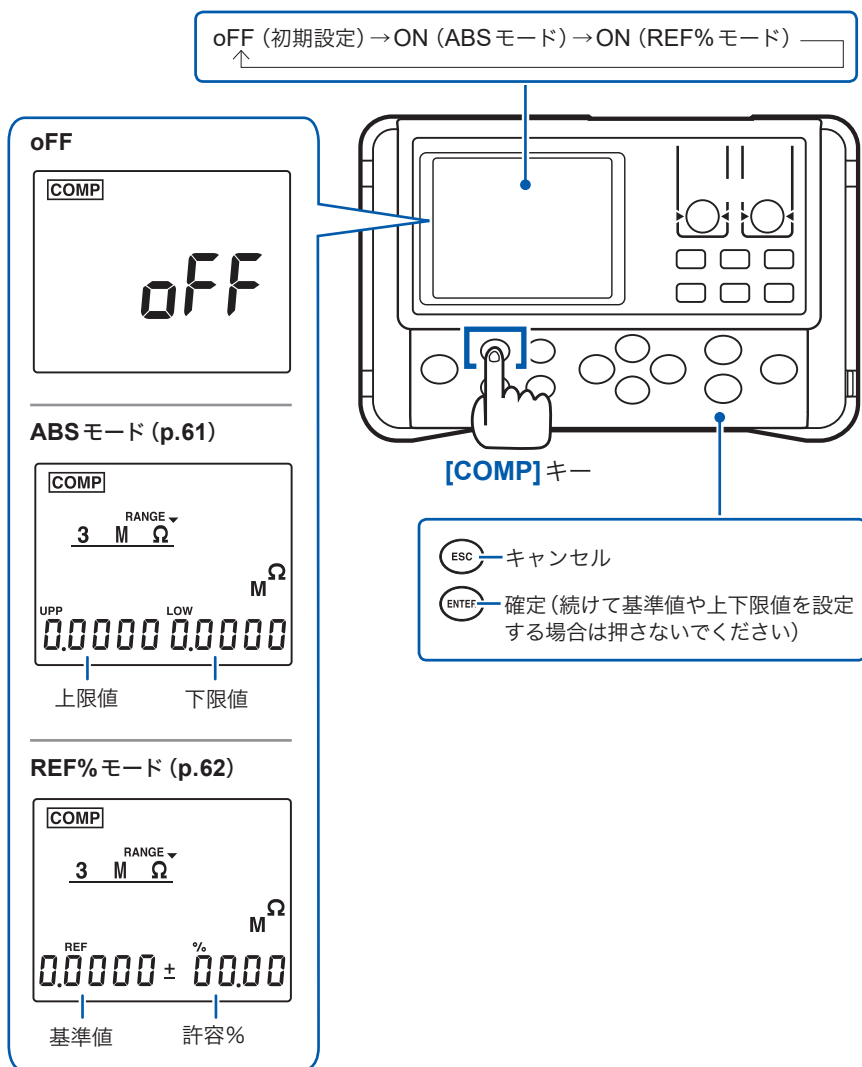
REF% (相対値判定) モードとは

基準値に対する許容%から上下限値を設定し、判定します。REF% モードでは、上限値と下限値を別々に設定することはできません。

例： 基準値 12.000kΩ
上下限值 ±1.00%

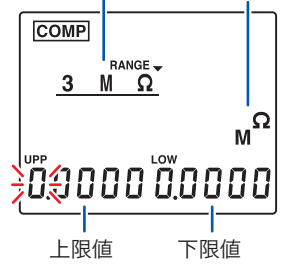


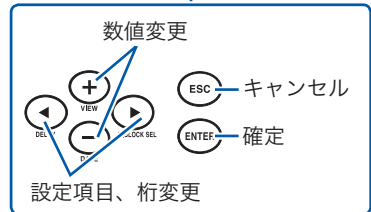
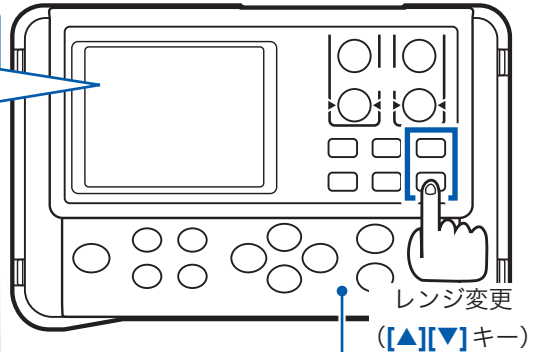
コンパレータ機能のON/OFF



上下限値で判定する (ABS モード)

上下限値設定

- 1 **COMP** キーでコンパレータを
ABSモードにする (p.60)
- 2 **RANGE** キーでレンジ変更
上下限値の単位

- 3 **+** **-** キーで上下限値設定
- 4 **ENTER** キーで確定して測定画面に移動



5

重要

上限値 < 下限値の設定状態で設定を確定することはできません。

基準値と許容範囲で判定する（REF%モード）

REF%モードにすると、測定値は相対値表示になります。上限値と下限値を別々に設定することはできません。

$$\text{相対値} = \left(\frac{\text{測定値}}{\text{基準値}} - 1 \right) \times 100[\%]$$

基準値、許容%設定

1 **COMP** キーでコンパレータを REF%モードにする (p.60)

2 **RANGE** キーでレンジ変更 基準値の単位

3 数値設定

4 **ENTER** キーで確定して測定画面に移動

レンジ変更 ([▲][▼] キー)

数値変更

ESC キャンセル

ENTER 確定

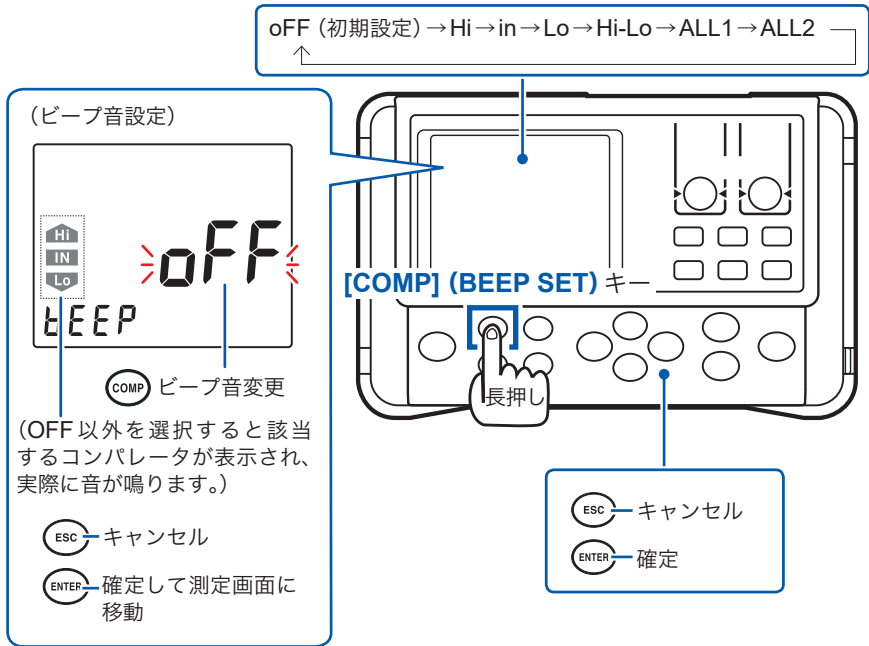
設定項目、桁変更

重要

基準値0の設定状態で設定を確定することはできません。

判定を音で確認する（判定音設定機能）

コンパレータ判定結果に応じてブザーを鳴らします。



5

判定音は (+) (-) でも選択できます。

判定を手元で確認する (L2105 手元コンパレータランプ：オプション)

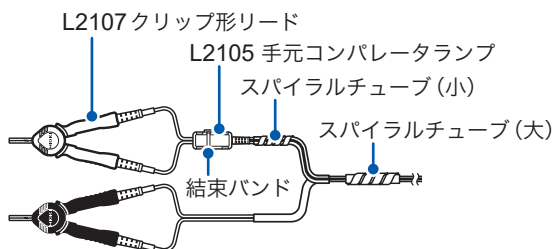
COMP.OUT 端子に L2105 手元コンパレータランプを接続することで、手元で判定結果を知ることができます。IN 判定の場合は緑色、Hi または Lo 判定の場合は赤色に光ります。

L2105 手元コンパレータランプを接続する前には、必ず「ご使用にあたっての注意」(p.7) をご覧ください。

L2105 手元コンパレータランプを取り付ける

L2105 手元コンパレータランプはお好きなところに設置してください。

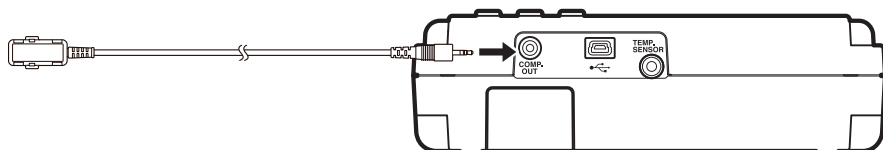
例：L2105 手元コンパレータランプ付属の結束バンドやスパイラルチューブを使用して、測定リードに L2105 手元コンパレータランプを取り付ける



L2105 手元コンパレータランプを本器と接続する

L2105 手元コンパレータランプを COMP.OUT 端子に接続します。

奥までしっかり差し込んでください。



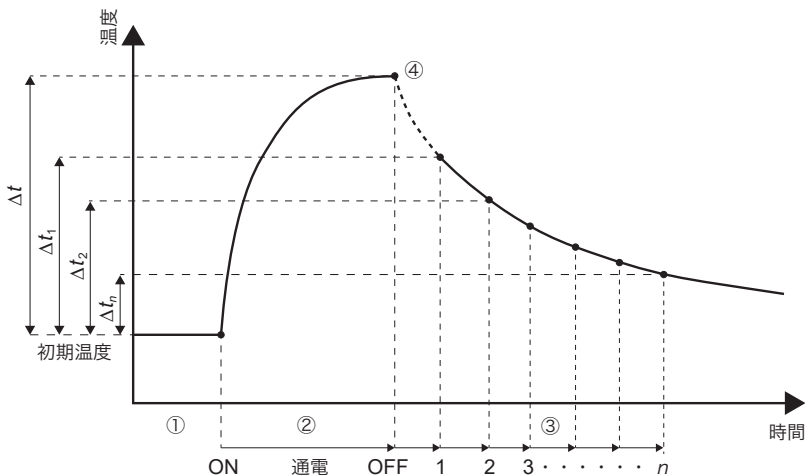
5.2 温度上昇試験をする(温度換算機能(ΔT))

温度換算の原理(p.付7)により、巻線抵抗の変化を温度上昇値に換算します。この機能を使うと、巻線の抵抗値の変化から通電停止時のモータやコイル内部の温度などを推定することができます。

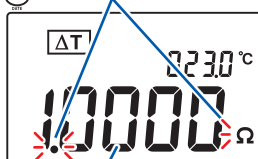
重要

- 温度換算をする場合は、Z2002 温度センサを本体側面のTEMP.SENSOR端子に接続してください。また接続する際には、必ず下記をお読みください。
参照:「2.4 を接続する(TC、 ΔT を使用する場合)」(p.31)
- ΔT がONの場合はコンパレータ機能、TCをONにできません。長さ換算機能をONにすると ΔT は自動的にOFFになります。
- 「t.Err」と表示される場合はZ2002 温度センサが接続されていないか、温度がoF表示になっています。Z2002 温度センサの接続を確認してください。

- ① モータ、コイルを室温に十分なじませ、通電前の抵抗値(R_1)、および周囲温度(t_1)を測定し、その値を本器に入力します。(p.66)
- ② 測定リードを測定対象から外します。
- ③ 通電OFF後、再び測定対象に測定リードを接続し、一定時間ごとに温度上昇値($\Delta t_1 \sim \Delta t_n$)を測定します。
(インターバルメモリ機能を使用すると簡単に測定できます。(p.77))
- ④ 収集した温度データ($\Delta t_1 \sim \Delta t_n$)を結び、最大温度上昇値(Δt)を推測してください。

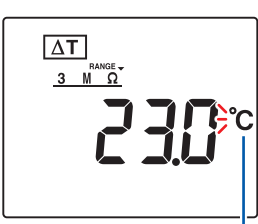


- 1 $\text{TC}/\Delta T$ キーで ΔT を選択する
- 2 (初期温度 t_1 設定)
 温度の正負設定
 $\oplus$ (0と表示) / $\ominus$

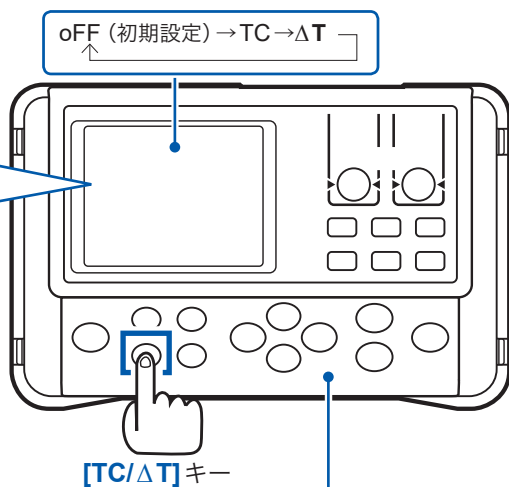
 点灯
 $\oplus$ $\ominus$ 初期温度設定
- 3 (初期抵抗値 R_1 設定)
 $\oplus$ 小数点位置、単位変更
 $\ominus$

 $\oplus$ $\ominus$ 初期抵抗値の数値を設定
- 4 (温度係数の逆数 k 設定).....

 $\oplus$ $\ominus$ 温度係数の逆数(k)を設定
- 5 ENTER 確定して測定画面に移動

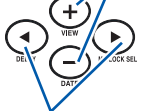
測定画面 (ΔT がON)



℃表示



数値変更



ESC キャンセル
ENTER 確定

設定項目、桁移動

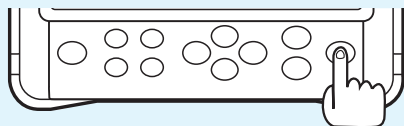
k の参考値

JIS C4034-1では以下のように推奨しています。

- ・銅: $k=235$
- ・アルミニウム: $k=225$

参考:「付録5 温度換算機能(ΔT)について」
(p.付7)

設定中に **[MEMORY]** キーを押すと t_1 および R_1 が、設定直前に測定した値になります。



5.3 導体の長さを測定する（長さ換算機能）

抵抗値を長さに換算し、被測定物（導線など）の長さを表示します。

[TC/ΔT] (LENGTH) キーを長押しすると、長さ換算機能の ON/OFF 設定画面が表示されます。

$$\text{長さ [m]} = \frac{\text{抵抗測定値 } [\Omega]}{1\text{m あたりの抵抗値 } [\Omega/\text{m}]}$$

例 抵抗測定値 15Ω、1m あたりの抵抗値 200mΩ/m の場合、

$$\text{長さ [m]} = \frac{15[\Omega]}{0.2[\Omega/\text{m}]} = 75[\text{m}]$$

重要

長さ換算機能が ON の場合はコンパレータを ON にできません。ΔT を ON にすると長さ換算機能は自動的に OFF になります。

1 $\text{TC}/\Delta\text{T}$ (LENGTH) キー長押しで
LENGTHを選択する

2 (1 mあたりの抵抗値設定)



小数点位置、単位変更

↓ ◀ ▶ 数値設定に移動

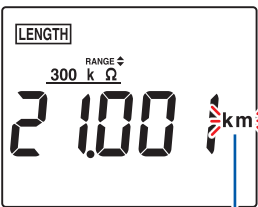
3



数値設定

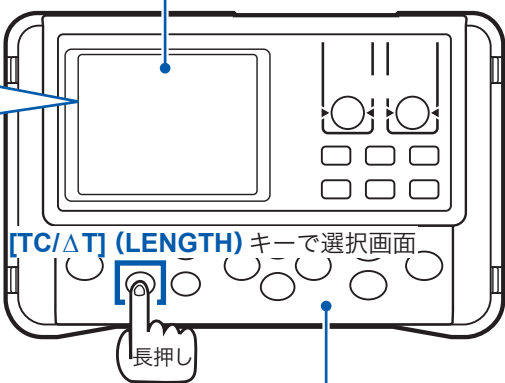
↓ ENTER 確定して測定画面に移動

測定画面 (長さ換算機能がON)



メートル表示

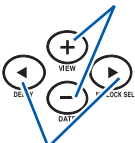
oFF ↔ ON (1 mあたりの抵抗値設定)



$\text{TC}/\Delta\text{T}$ (LENGTH) キーで選択画面

長押し

- 小数点位置、単位変更
- 数値変更



桁移動

ESC キャンセル

ENTER 確定

重要

表示形式（小数点位置、単位）はレンジと設定値により自動的に変わります。詳しくは製品仕様（p.99）をご覧ください。

設定によっては表示範囲を超えるため常にoFと表示されるレンジがあります。

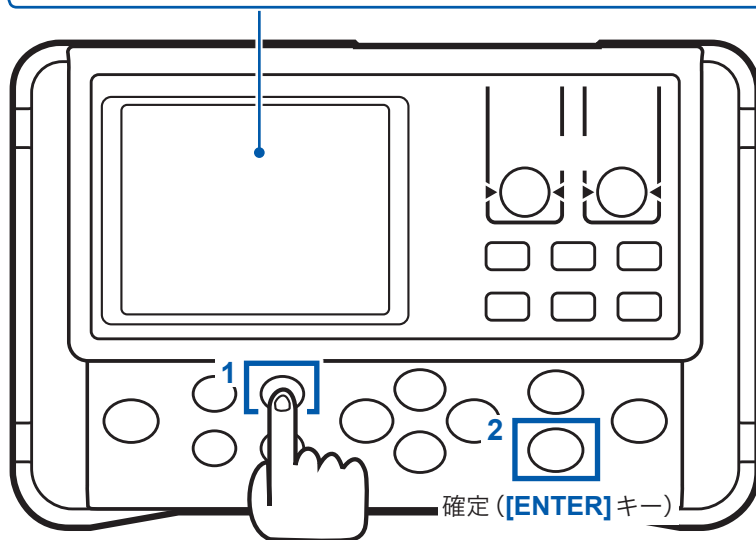
パネルセーブ・ロード (測定条件の保存・読み込み)

パネルセーブを実行する時点での測定条件を最大9通り保存し、パネルロードでいつでも読み出せます。パネルデータは、電源を切っても保持します。

- **[PANEL]** キーを押すとパネルロード画面が表示されます。(p.71)
- **[PANEL] (SAVE/CLEAR)** キーを長押しすると、パネルセーブ/クリア機能の設定画面が表示されます。(p.70、p.72)

パネルセーブで保存できる項目：

抵抗測定レンジ、アベレージ、ディレイ、コンパレータ、判定音、温度換算 (ΔT)、測定電流切り替え、長さ換算、温度補正 (TC)、OVC、メモリモード



パネルロード設定 (**[PANEL]** キー)

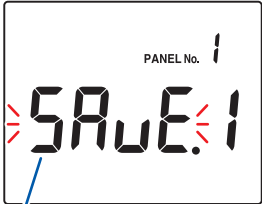
パネルセーブ設定 (**[PANEL] (SAVE/CLEAR)** キー長押し)

6.1 測定条件を保存する (パネルセーブ機能)

現在設定されている測定条件を保存します。

1 **[PANEL]** (SAVE/CLEAR) キー長押し

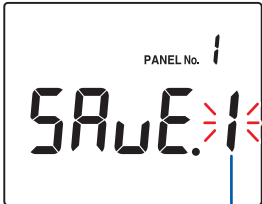
2 **SAVE** 選択



[PANEL] または $\begin{matrix} + \\ \text{VIEW} \end{matrix}$ **SAVE** $\leftrightarrow$ **CLEAR** 変更

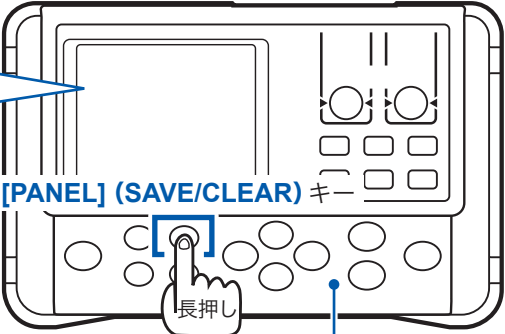
↓ $\begin{matrix} \leftarrow \\ \text{DATE} \end{matrix}$ $\rightarrow$ 項目移動

3 パネル番号選択



[PANEL] または $\begin{matrix} + \\ \text{VIEW} \end{matrix}$ パネル番号変更 (1 ~ 9)

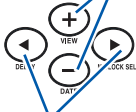
↓ **[ENTER]** 保存して測定画面に移動



[PANEL] (SAVE/CLEAR) キー

長押し

- **SAVE** 選択
- パネル番号選択



項目移動

ESC キャンセル

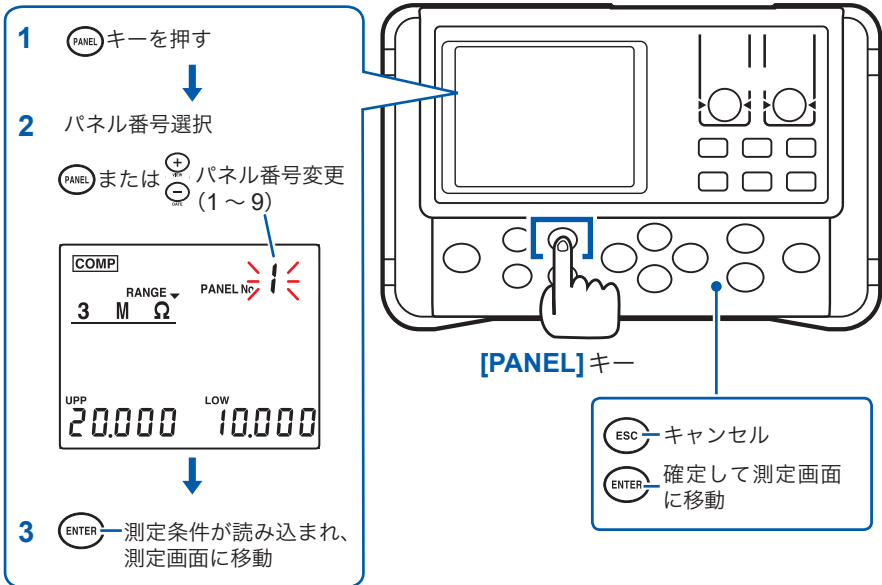
ENTER 実行

重要

- すでに保存したパネル番号を選択して **[ENTER]** キーを押すと、保存内容は上書きされます。
- ゼロアジャスト値は保存されません。

6.2 測定条件を読み込む (パネルロード機能)

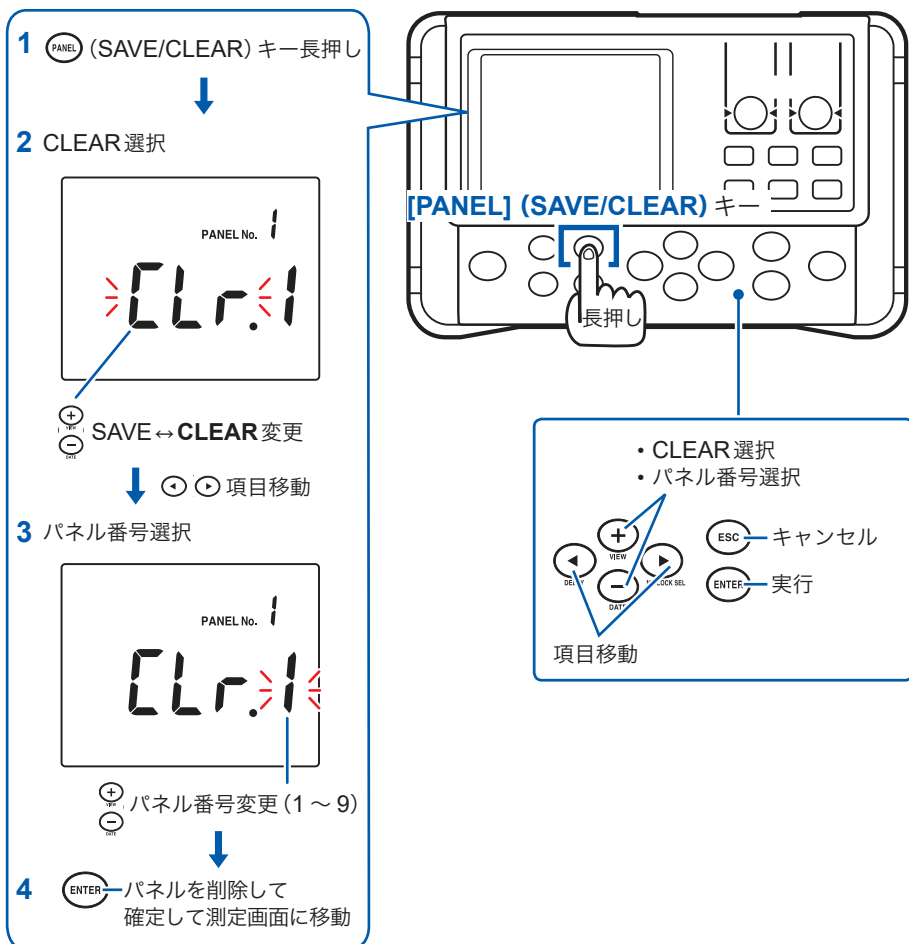
現在の測定状態を、保存されている測定状態に変更します。



重要

- 保存されていないパネル番号を選択して **[ENTER]** キーを押すと、警告音が鳴ります。
- ゼロアジャスト値は読み込まれません。パネルロードの前後どちらでゼロジャストをしてもゼロアジャストは有効です。
- PANEL No.PrSEtを選択すると測定条件を初期化します。(プリセットロード) 初期化については「8.3 初期化する (リセット)」(p.89) もご覧ください。
- パネル番号は測定画面に表示されません。

6.3 パネルの内容を削除する



重要

一度削除したパネルの内容は元に戻すことはできません。

メモリ機能（測定データの保存・コンピュータへの取り込み）

メモリ機能とは

現在測定している測定値を保存することができます。保存されたデータは電源を切っても保持されます。保存方法は3通りあります。

- マニュアルメモリ（保存数は最大1000個）（p.75）
- オートメモリ（保存数は最大1000個）（p.76）
- インターバルメモリ（保存数は最大6000個）（p.77）
- メモリに保存される内容（本器のみでは表示できない項目もあります）

マニュアルメモリ オートメモリ	日時、測定値、温度、抵抗測定レンジ、アベレージ、コンパレータ、測定電流切り替え、温度補正 (TC)、OVC
インターバルメモリ	開始日時、測定値、温度、抵抗測定レンジ、アベレージ、温度補正 (TC)、温度換算 (ΔT)、インターバル

保存したデータは次の2つの方法で確認することができます。

- 本器に表示させる（メモリ表示機能）（p.79）
- コンピュータに取り込む（USB マスストレージモード）（p.84）

メモリの構成

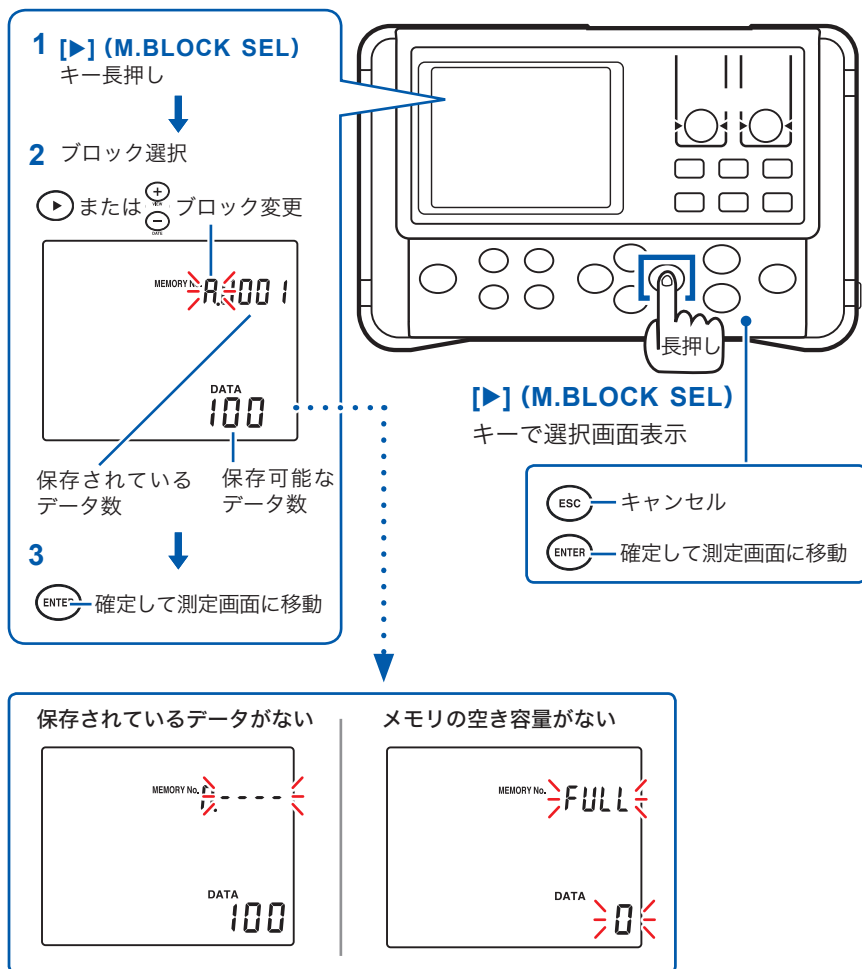
メモリブロック (10ブロック)									
A.	b.	C.	d.	E.	F.	G.	H.	I.	L.
(最大保存数) マニュアル、オートメモリの場合：各ブロック100個、全ブロック合計1000個 インターバルメモリの場合：全ブロック合計6000個 （各ブロックのメモリ数は固定ではありません）									

* メモリの最大数は全ブロックを、マニュアル/オートメモリ機能で利用した場合または全ブロックをインターバルメモリ機能で利用した場合になります。マニュアル/オートメモリ機能とインターバルメモリ機能のブロックが混在すると最大数まで保存することは出来ません。

メモリブロック

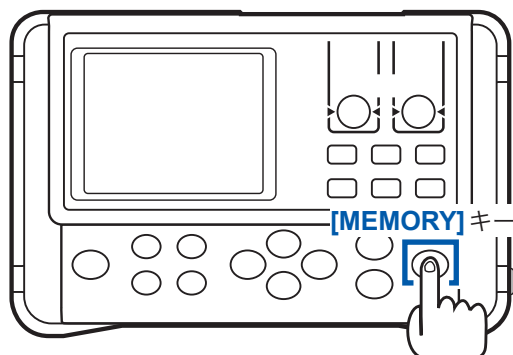
マニュアルメモリ、オートメモリモードの場合、保存するブロックを選択できます。インターバルモードの場合、インターバルを開始すると自動的に空いているブロックに保存されます。インターバルモードでは、メモリブロックを指定して保存することは出来ません。

メモリブロックを変更するには



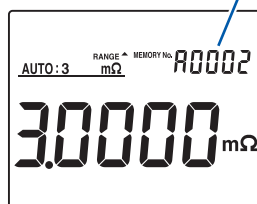
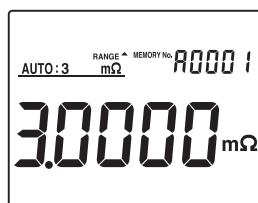
7.1 任意のタイミングで保存する (マニュアルメモリ)

[MEMORY] キーを押して表示している測定値を保存します。



測定中

点滅 (保存時) 後、次のメモリ番号表示



7

重要

- ホールド中に測定値を保存すると、保存先のメモリ番号が表示されます。ホールドを解除すると次のメモリ番号に変わります。
- メモリ番号は保存することに1個ずつ増えます。任意の番号に保存することはできません。誤ったデータを保存してしまった場合には、最後に保存したデータ (最新のデータ) をクリアしてください。

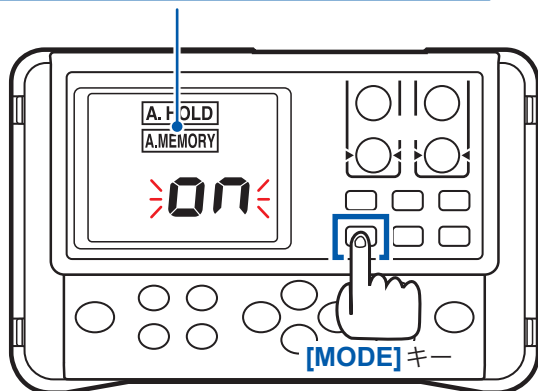
参照: 「7.5 保存した測定データを消去する
(メモリクリア)」 (p.80)

7.2 測定値が安定したら自動で保存する（オートメモリ）

測定値が安定したら自動で値をホールドし、測定値を保存します。

- 1 oFF → オートホールド (A.HOLD) → オートメモリ (A.HOLD, A.MEMORY) → インターバル (INTERVAL) → oFF

- 2
- ESC キャンセル
 - ENTER 確定



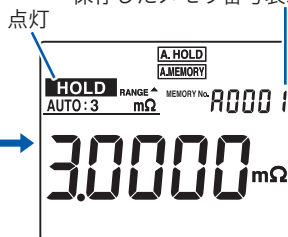
3

測定中



オートホールド中

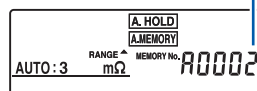
点滅 (保存時) 後、
保存したメモリ番号表示



ホールド解除

一度測定対象から測定リードを離し、再び測定対象に測定リードを接触させると次の測定を開始します。
(レンジ変更や [ESC] キーでも解除できます)

測定中は次のメモリ番号表示



重要

メモリ番号は保存するごとに1個ずつ増えます。任意の番号に保存することはできません。誤ったデータを保存してしまった場合には最後に保存したデータ（最新のデータ）をクリアしてください。

参照：「7.5 保存した測定データを消去する（メモリクリア）」(p.80)

7.3 一定の間隔ごとに保存する （インターバルメモリ機能）

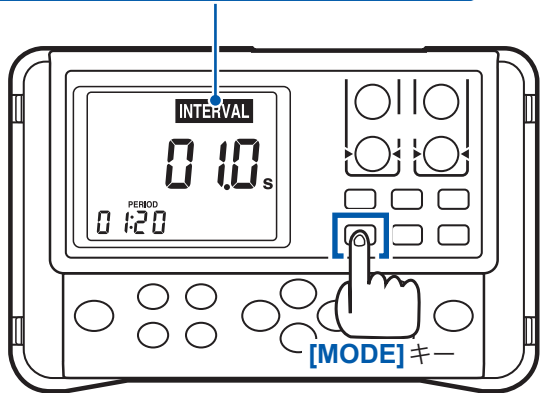
任意の時間を設定し、一定の間隔ごとに測定値を保存します。ΔTと同時に使用することで温度上昇試験（通電停止時の温度推定）が簡単にできます。

インターバルメモリの設定

- 1 oFF → オートホールド (A.HOLD) → オートメモリ (A.HOLD, A.MEMORY) → **インターバル (INTERVAL)** → oFF

- 2 (インターバル時間設定)
INTERVAL 時間設定
0 10 s
PERIOD 0 1:20
保存可能な時間を表示
(例 01:20 は1時間20分)

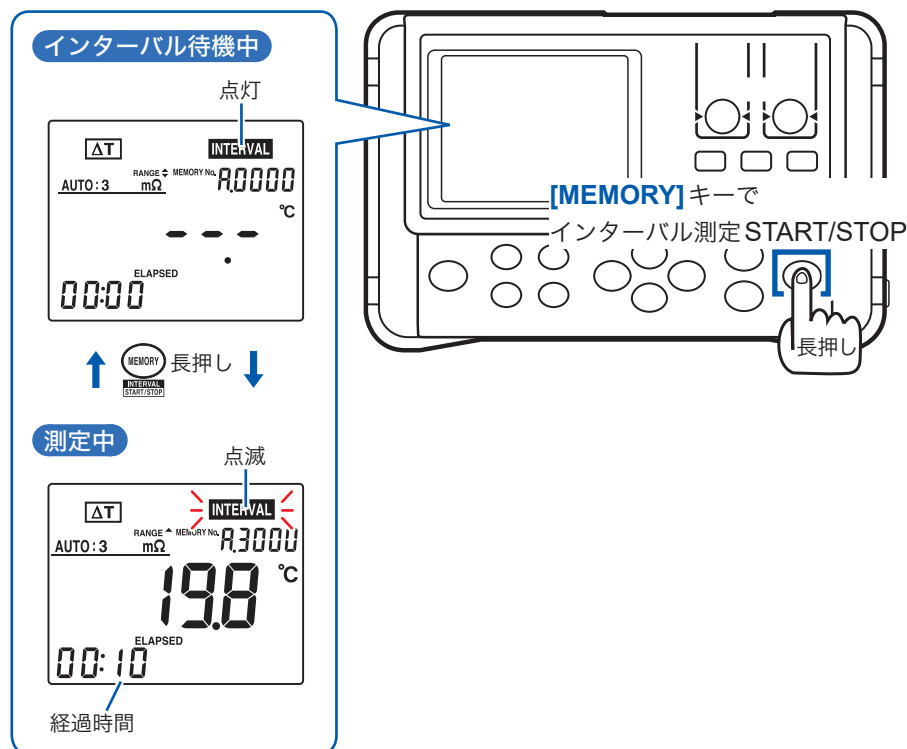
ESC キャンセル
ENTER 確定



重要

保存可能な時間は、すでに保存されているメモリ数やインターバル設定時間により変わります。

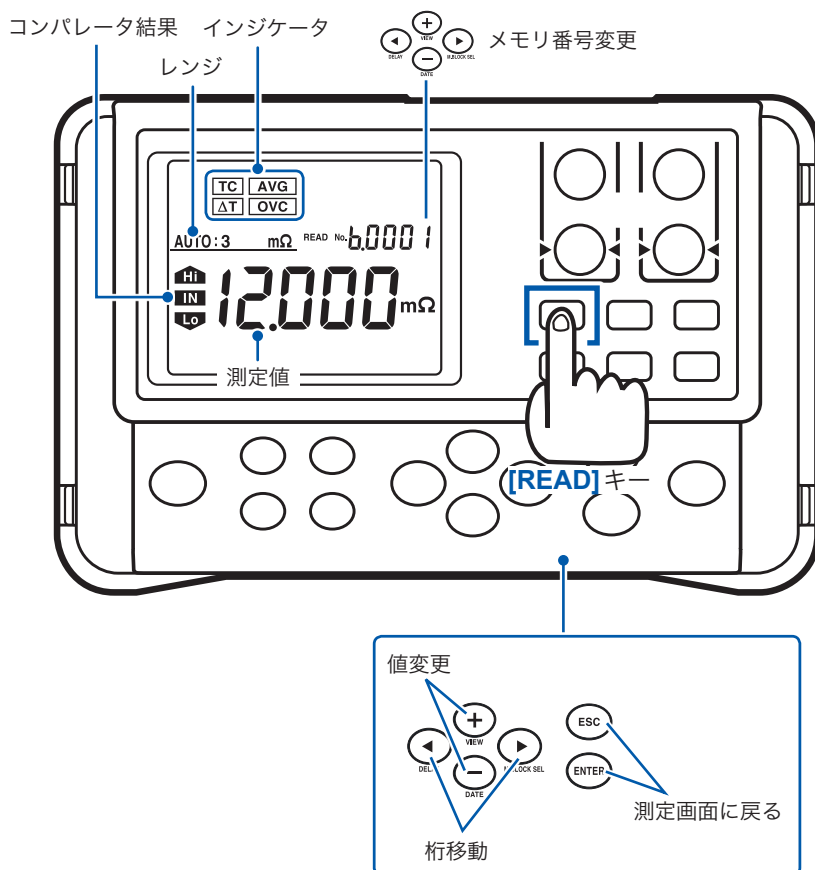
インターバルメモリの測定



重要

- メモリがいっぱいになると自動的にインターバル測定が停止します。再びインターバル測定を開始する場合はメモリを消去してください。
- インターバル測定を開始すると自動的に空いているブロックに保存されます。メモリブロックを変更することは出来ません。インターバル測定を停止すると使用したブロックはFULL表示となります。
- インターバルメモリ機能がONの時はコンパレータ機能は使用できません。また、コンパレータ機能がONの時はインターバル機能を使用できません。
- [START] キーを押した後、「----」などが表示された時 (測定値異常) は保存が開始されません。測定値が表示されてから保存が開始されます。

7.4 保存した測定データを表示する （メモリ表示機能）



7.5 保存した測定データを消去する（メモリクリア）

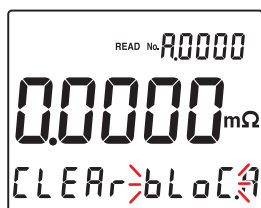
保存した測定データは下記の3通りの方法で消去できます。

- 各ブロックの最後に保存したデータ（最新データ）のみを消去する
- ブロックごと消去する
- すべて消去する

各ブロックの最新データを1つ消去する（ブロック選択可）。
参照：（p.81）



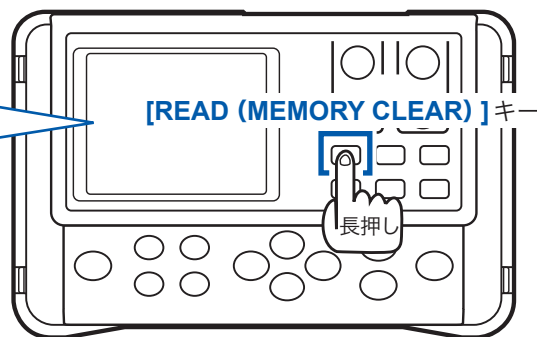
保存したデータをブロックごと消去する。参照：（p.82）



保存したすべてのメモリを消去する。参照：（p.83）



（電源OFFの状態で[READ]キーを押しながら電源を入れると、同様にすべてのデータを消去します。）



各ブロックの最新のデータを消去する（ブロック選択可）

各ブロックに保存されたデータを最新のものから1つずつ消去します。マニュアルメモリやオートメモリで誤って保存してしまったデータを消去したい場合などに使用してください。

1 READ MEMORY CLEAR キーを長押しする

↓

2



READ または + / - DATE LAST を選択

↓

② ブロック選択へ移動

選択されているブロック

最新のデータの
メモリ番号

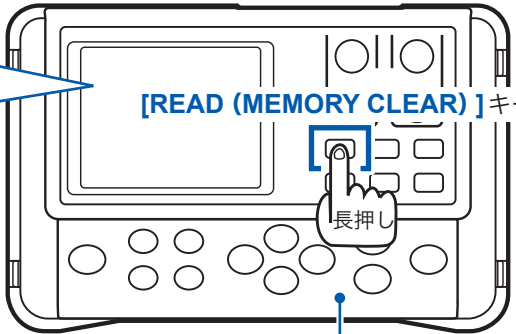
3



READ または + / - DATE 削除したいデータが保存されているブロックを選択

↓

4 ENTER 選択したブロックの最新のデータを消去して測定画面に移動



項目変更 キャンセル

DEL
項目移動

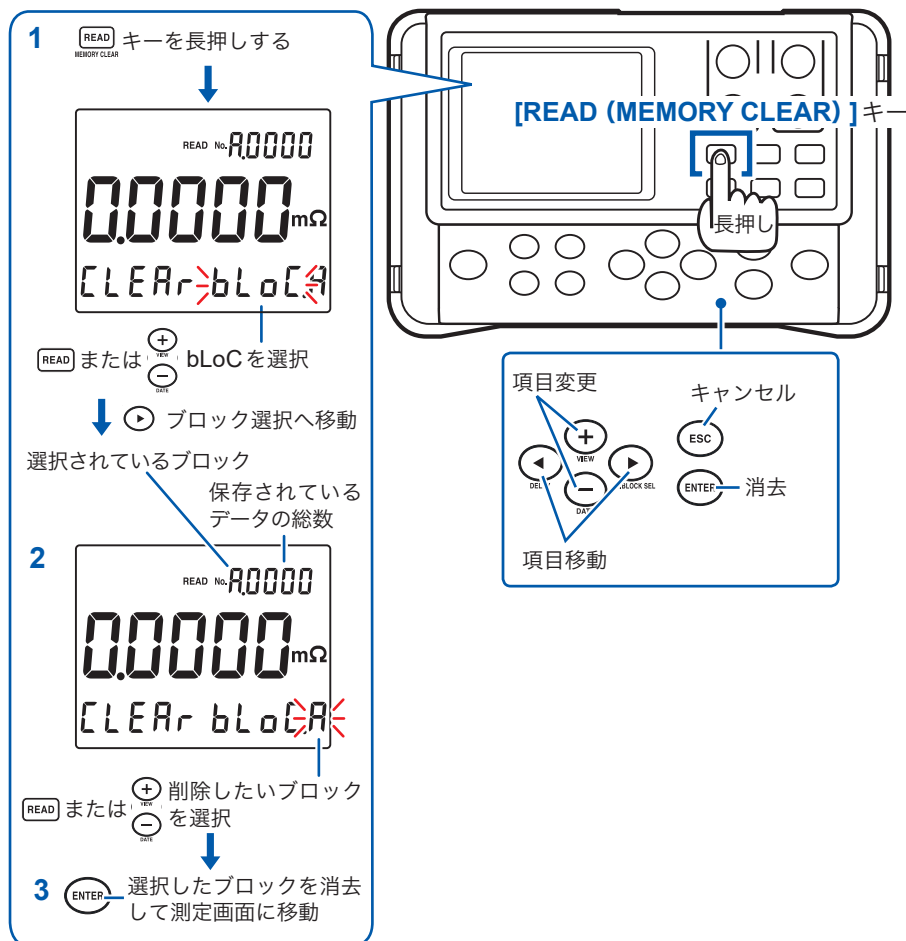
+ / -
キャンセル

ENTER
消去

保存した測定データを消去する（メモリクリア）

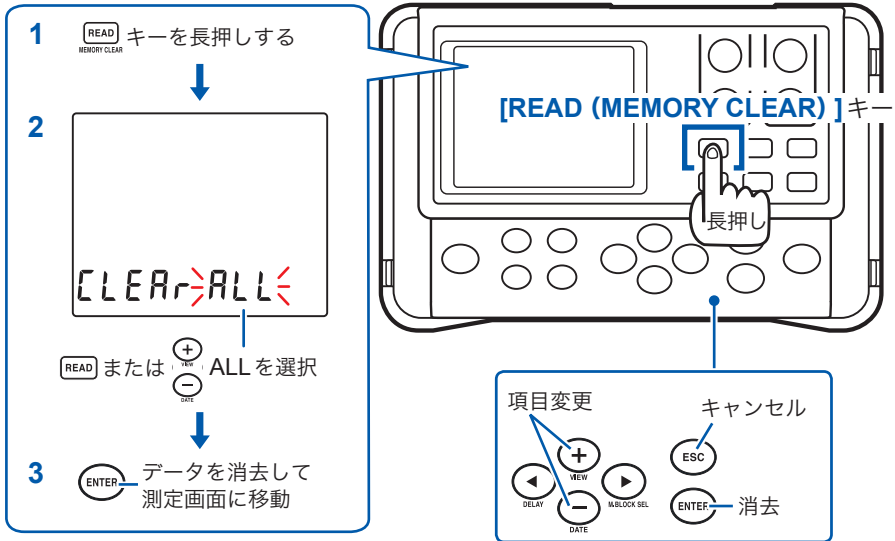
保存したデータをブロックごと消去する

各ブロックに保存されたデータをブロックごと消去します。



保存したすべてのデータを消去する

本器に保存されたすべてのデータを消去します。



電源 OFF の状態で [READ] キーを押しながら [POWER] キーを押すと、上記の方法同様にすべてのデータを消去します。

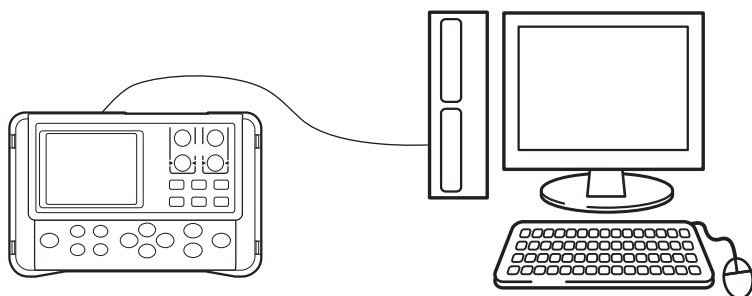
7.6 保存した測定データをコンピュータに取り込む （USB マスストレージモード）

測定値メモリはCSV形式のファイルになっています。

本器内部にメモリされたデータを USB マスストレージモードによりコンピュータに取り込むことができます。

USB ケーブルを接続する

USB ケーブルのプラグを端子の向きに注意して本器およびコンピュータに差し込みます。



USB の取り外し方法

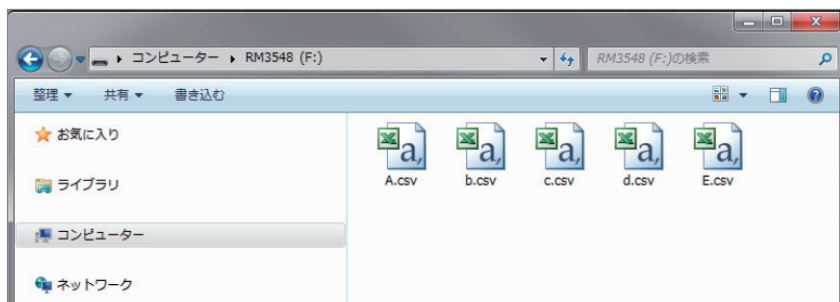
本器に接続されている USB ケーブルを、起動しているコンピュータから抜く場合は、コンピュータの「ハードウェアの安全な取り外し」アイコンから取り外しの操作をしてください。

コンピュータにファイルをコピーする

1 [スタート]→[マイコンピュータ]→「RM3548」を開いてください。

メモリブロック名がファイル名称となります。

(例) RM3548 (F:)として認識された場合



2 ファイルをコンピュータにコピーしてテキストエディタ (メモ帳など) や表計算ソフト (Excel) などで開いてください。

インターバル測定が途中で中断した場合には、ファイルの末尾に下記の終了状態が記載されます。

- メモリの空き容量がなく、これ以上保存できない場合：MemoryFull
- 電池残量がなくなり、電源OFFした場合：BatteryLow

(例) Excelでファイルを開いた場合

	A	B	C	D
1	Model	HOOK RM3548	RESISTANCE METER	
2	Serial No.	999999999		
3	DATE(Y-M-D)	2013/1/1		
4	TIME	10:00:00		
5	RANGE[Ohm]	AUTO		
6	AVG	OFF		
7	DELTA T	ON		
8	R[Ohm]	68.62		
9	T1[°C]	25.4		
10	k	235		
11	INTERVAL[sec]	0.2		
12				
13	DATA[C]			
14		3.07E+01		
15		3.07E+01		
16		3.07E+01		
17		3.07E+01		
18		3.07E+01		
19		3.07E+01		
20		3.07E+01		
21		3.07E+01		
22		3.07E+01		
23		3.07E+01		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Model	HOOK RM3548	RESISTANCE METER											
2	Serial No.	1E+09												
3	DATE(Y-M-D)	TIME	DATA	UNIT	TEMP[°C]	COMP	UPP/REF	LOW%	JUDGE	RANGE[Ohm]	TO	OVLO	AVE	300mA
4	2013/1/1	9:50:41	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	300	ON	OFF	2--
5	2013/1/1	9:50:42	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	300	ON	OFF	2--
6	2013/1/1	9:50:43	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	300	ON	OFF	2--
7	2013/1/1	9:50:44	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	300	ON	OFF	2--
8	2013/1/1	9:50:47	3.48E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	300	ON	OFF	2--
9	2013/1/1	9:50:51	9.40E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	300	ON	OFF	2--
10	2013/1/1	9:50:59	1.72E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	30	ON	OFF	2--
11	2013/1/1	9:51:01	1.72E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	30	ON	OFF	2--
12	2013/1/1	9:51:32	4.88E+00	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	30	ON	OFF	2--
13	2013/1/1	9:51:54	4.88E+00	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	--	30	ON	OFF	2--
14	2013/1/1	9:52:13	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN		30	ON	OFF	2--
15	2013/1/1	9:52:14	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN		30	ON	OFF	2--
16	2013/1/1	9:52:15	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN		30	ON	OFF	2--
17	2013/1/1	9:52:16	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN		30	ON	OFF	2--
18	2013/1/1	9:52:17	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN		30	ON	OFF	2--
19	2013/1/1	9:52:18	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN		30	ON	OFF	2--
20	2013/1/1	9:52:19	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN		30	ON	OFF	2--
21	2013/1/1	9:52:25	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	8.00E+00	8.00E+00	HI		30	ON	OFF	2--
22	2013/1/1	9:52:26	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	8.00E+00	8.00E+00	HI		30	ON	OFF	2--
23	2013/1/1	9:52:26	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	8.00E+00	8.00E+00	HI		30	ON	OFF	2--

インターバルメモリモードの場合

オートメモリ、マニュアルメモリモードの場合

重要

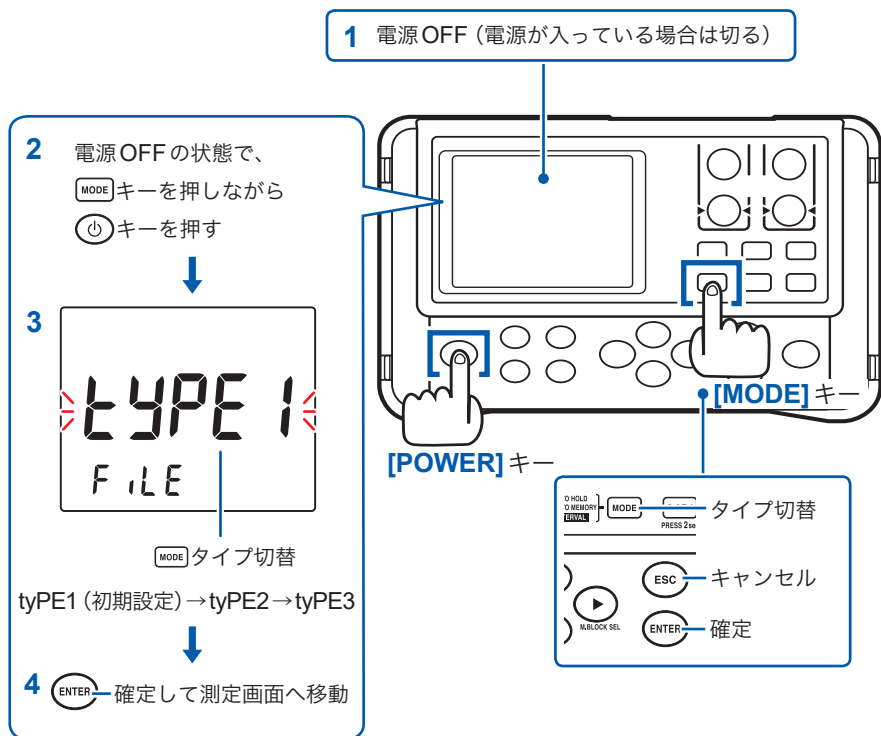
- USB接続中は測定や設定はできません。コンピュータから設定をすることもできません。
- メモリデータは読み込み専用になります。コンピュータからファイルを変更したり削除したりすることはできません。ファイルを削除するためには、USBケーブルを取り外し、本器でメモリクリアをしてください。(p.80)

CSV ファイルの小数点や区切り位置の文字列を変更するには

CSV ファイルの小数点と区切り文字は3種類の中から選ぶことができます。
電源がOFF の状態で **[MODE]** キーを押しながら **[POWER]** キーを押します。

CSV ファイルの小数点と区切り文字の種類

Type	小数点	区切り	拡張子
Type1	. (ピリオド)	, (カンマ)	.csv
Type2	, (カンマ)	(タブ)	.txt
Type3	. (ピリオド)	(スペース)	.txt

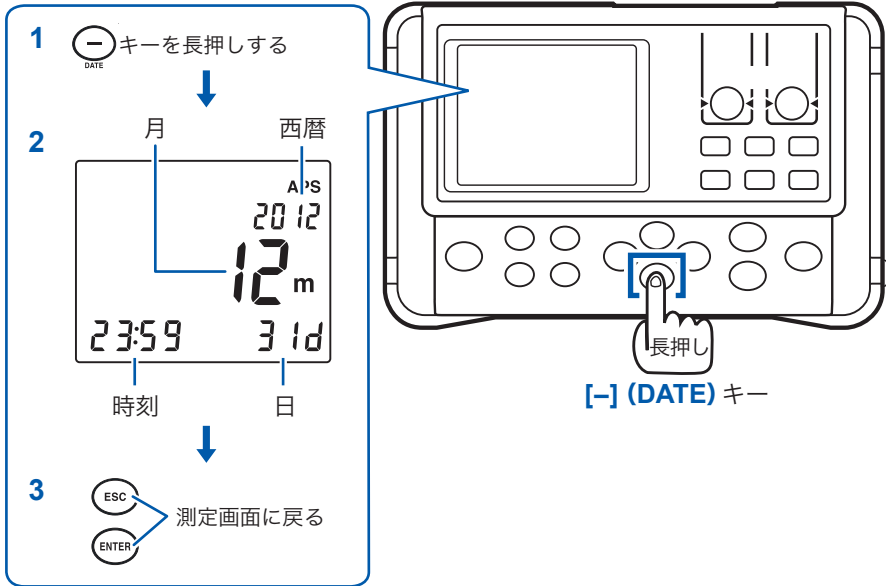


タイプの切り替えは **+** **-** でも変更できます。

8 システム設定

8.1 日付と時刻確認画面を表示する

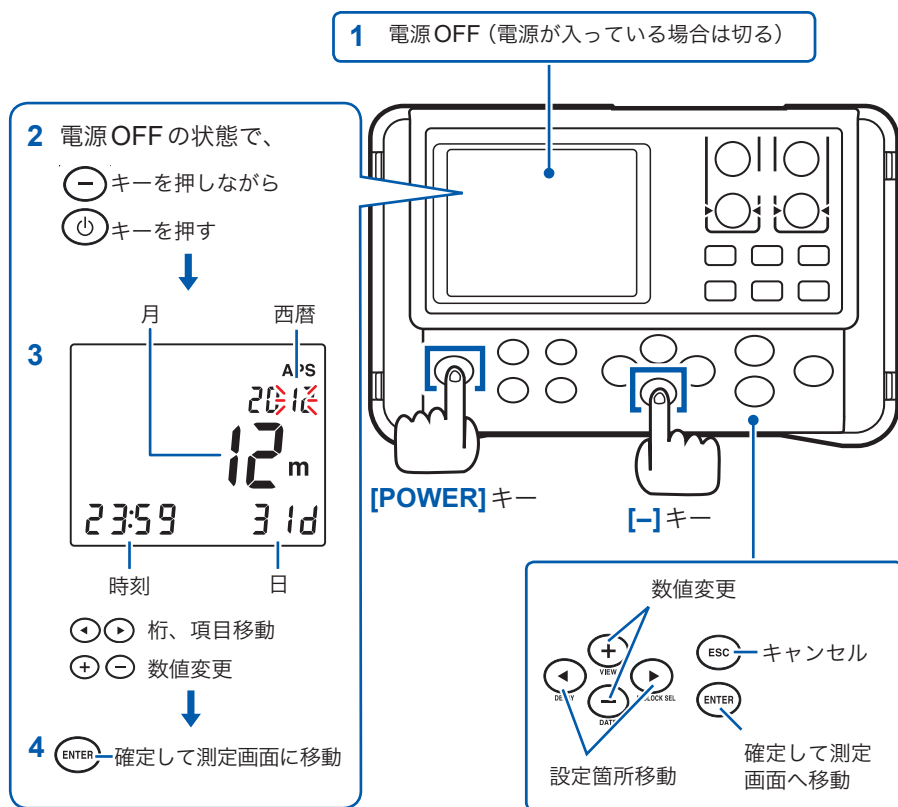
[-] (DATE) キーを長押しして日付と時刻を確認できます。



8.2 時計を合わせる

日付と時計を合わせます。

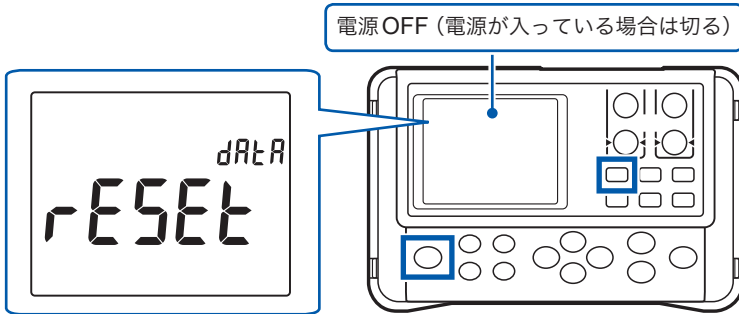
電源OFFの状態ですべてのキーを押しながら[POWER]キーを押すと時計設定画面が表示されます。



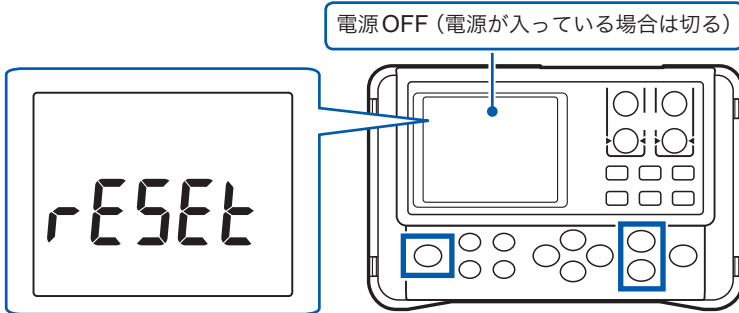
8.3 初期化する (リセット)

リセット機能には、下記の3通りのリセットがあります。

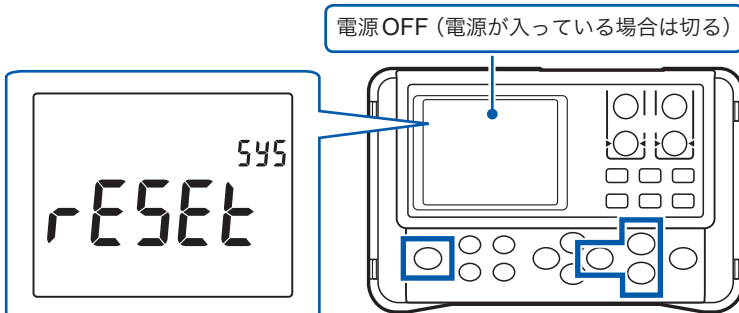
- メモリクリア：保存した測定データを初期化します。
(電源が入っている状態でも初期化することができます。(p.80))



- リセット (現在の測定条件をリセット)：
パネルデータ、保存した測定データ、時計以外の設定を工場出荷状態に戻します。
(電源が入っている状態でも初期化することができます。(p.71))



- システムリセット：
時計以外のパネルデータ、保存した測定データを含むすべての設定を工場出荷状態に戻します。



初期設定一覧

機能	設定値	初期設定	参照
測定レンジ切り替え機能	AUTO/MANUAL	AUTO	(p.36)
測定レンジ	3mΩ/30mΩ/300mΩ/3Ω/30Ω/300Ω/3kΩ/ 30kΩ/300kΩ/3MΩ	3MΩ	(p.36)
表示切り替え	なし / MEMORY No / 温度	温度	(p.39)
ゼロアジャスト	OFF/ON	OFF	(p.44)
アベレージ機能	oFF/2回/5回/10回/20回	oFF	(p.48)
温度補正、温度換算機能 (ΔT)	oFF/TC/ΔT	oFF	(p.49) (p.65)
オフセット補正機能 (OVC)	oFF/on	oFF	(p.50)
ディレイ機能	PrSEt (内部固定値) /10ms/30ms/50ms/ 100ms/300ms/500ms/1000ms	PrSEt	(p.52)
300mΩレンジ測定電流 切り替え機能	Hi (300mA) / Lo (100mA)	Lo	(p.54)
コンパレータ機能	oFF/ON (ABS モード) /ON (REF%モード)	oFF	(p.60)
判定音設定機能	oFF/Hi/in/Lo/Hi-Lo/ALL1/ALL2	oFF	(p.63)
長さ換算機能	oFF/ON	oFF	(p.67)
ホールドメモリモード	oFF/A.HOLD (オートホールド) / A.HOLD,A.MEMORY (オートメモリ) / INTERVAL (インターバル機能)	oFF	(p.42) (p.73)
メモリブロック	A/b/C/d/E/F/G/H/J/L	A	(p.74)

9.1 一般仕様

測定範囲

0.000 0mΩ (3mΩ レンジ) ～ 3.500 0MΩ (3MΩ レンジ) (10 レンジ構成)

測定方式

測定信号	定電流	
測定方式	直流4端子法	
測定端子	バナナ端子	
	SOURCE A 端子	電流検出端子
	SOURCE B 端子	電流発生端子
	SENSE A 端子	電圧検出端子
	SENSE B 端子	電圧検出端子

測定仕様

(1) 抵抗測定確度

確度保証条件	
確度保証温度湿度範囲	23°C ± 5°C、80%rh 以下
確度保証期間	1年間
温度係数	0 ～ 18°C、28 ～ 40°C では ± (測定確度の 1/10) /°C を加算

確度 $\pm (\%rdg. + \%f.s.)$ (f.s. = 30,000 dgt. として計算 0.010% f.s. = 3 dgt.)

レンジ	最大測定範囲 ^{*1,*2}	測定確度 ^{*3}	測定電流 ^{*4}	開放電圧
3mΩ	3.5000mΩ	0.100 + 0.200 (0.100 + 0.020)	1 A	5.5 V _{MAX}
30mΩ	35.000mΩ	0.100 + 0.020 (0.100 + 0.010)		
300mΩ	350.00mΩ	0.100 + 0.010 (0.100 + 0.010)	300 mA	
		0.020 + 0.020 (0.020 + 0.010)	100 mA	
3Ω	3.5000Ω	0.020 + 0.007 (0.020 + 0.007)	10 mA	
30Ω	35.000Ω	0.020 + 0.007 (0.020 + 0.007)		
300Ω	350.00Ω	0.020 + 0.007 (0.020 + 0.007)	1 mA	
3kΩ	3.5000kΩ	0.020 + 0.007		
30kΩ	35.000kΩ	0.020 + 0.007	100 μA	
300kΩ	350.00kΩ	0.040 + 0.007	5 μA	
3MΩ	3.5000MΩ	0.200 + 0.007	500 nA	

^{*1} マイナス側は-10%f.s. まで

^{*2} 最大表示範囲は、最大測定範囲と同じ

^{*3} 下段の () はオフセット電圧補正 ON の場合

^{*4} 測定電流精度は±5%

(温度補正時は抵抗測定確度に次の値を rdg. 誤差に加算)

$$\frac{-\alpha_{t_0}\Delta t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t + \Delta t - t_0)} \times 100[\%]$$

t_0 : 基準温度 [°C]

t : 現在の測定温度 [°C]

Δt : 温度測定確度

α_{t_0} : t_0 の時の温度係数 [1/°C]

(2) 温度測定精度 (サーミスタセンサ)

精度保証範囲	-10.0 ～ 99.9℃
表示範囲	-10.0 ～ 99.9℃
測定周期 (速度)	200 ms±20 ms
表示更新レート	約 2 s
精度保証期間	1 年間

Z2002 温度センサとの組み合わせ精度

精度	温度範囲
$\pm (0.55+0.009 \times t-10) ^\circ\text{C}$	-10.0℃ ～ 9.9℃
$\pm 0.50^\circ\text{C}$	10.0℃ ～ 30.0℃
$\pm (0.55+0.012 \times t-30) ^\circ\text{C}$	30.1℃ ～ 59.9℃
$\pm (0.92+0.021 \times t-60) ^\circ\text{C}$	60.0℃ ～ 99.9℃

t : 測定温度 (℃)

本体のみの精度は $\pm 0.2^\circ\text{C}$

(3) 演算順序

1. ゼロアジャスト
2. 温度補正
3. 長さ換算

確度について

弊社では測定値の限界誤差を、次に示す f.s. (フルスケール)、rdg. (リーディング)、dgt. (ディジット) に対する値として定義しています。

f.s.	(最大表示値) 一般的には、最大表示値を表します。本器では、現在使用中のレンジを表します。
rdg.	(読み値、表示値、指示値) 現在測定中の値、測定器が現在指示している値を表します。
dgt.	(分解能) デジタル測定器における最小表示単位、つまり最小桁の "1" を表します。

確度の計算例

(表示桁以下は切り捨て)

1 抵抗測定確度

測定条件 300mΩ レンジ、電流 Lo (100mA)、OVC OFF、測定対象 100mΩ
抵抗測定確度 : $\pm (0.020\% \text{rdg.} + 0.020\% \text{f.s.})$

$$\pm (0.020\% \times 100\text{m}\Omega + 0.020\% \times 300\text{m}\Omega) = \pm 0.08\text{m}\Omega$$

2 温度測定確度

測定条件 サーミスタ温度センサ、測定温度 35°C
温度測定確度 : $\pm (0.55 + 0.012 \times |t - 30|)$

$$\pm (0.55 + 0.012 \times |35 - 30|) = \pm 0.61^\circ\text{C}$$

3 温度補正追加確度

測定条件 温度係数 3930ppm/°C、基準温度 20°C、測定温度 35°C

$$\text{追加誤差} = \frac{-\alpha_{t_0} \Delta t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t + \Delta t - t_0)} \times 100[\%]$$

$$\frac{-0.393\% \times (\pm 0.6)}{1 + 0.393\% \times (35 \pm 0.6 - 20)} = +0.222\% \text{rdg.}, -0.223\% \text{rdg.}$$

機能

(1) 測定レンジ切り替え機能

モード	AUTO/MANUAL (コンパレータ機能がONのときはMANUAL固定)
初期設定	AUTO

(2) 測定電流切り替え機能

動作内容	300mΩレンジの測定電流を切り替える
測定電流	Hi : 300 mA/ Lo : 100 mA
初期設定	Lo

(3) 表示更新レート

OVC	測定値表示更新レート
OFF	約100 ms
ON	約230 ms

(OVC:ONのときはディレイ×2を加算)

積分時間(検出電圧のデータ取り込み時間)の参考値：100 ms

(4) ゼロアジャスト機能

動作内容	測定前に内部のオフセット電圧と余剰抵抗をキャンセルする
設定	ON/OFF (クリア)：レンジ毎
ゼロアジャスト範囲	各レンジ ± 3%f.s. 以内 (f.s.=30,000dgt.)
初期設定	OFF

(5) アベレージ機能

動作内容	移動平均
設定	OFF/2回/5回/10回/20回
初期設定	OFF

(6) ディレイ設定機能

動作内容	OVCおよびオートレンジで測定電流を変化させた後にウェイトをおき、測定が安定する時間を調整する Preset：内部固定の時間後から積分開始（各レンジごと異なる値） Preset以外の設定値：設定した時間後から積分開始（全レンジ共通）
設定	Preset（内部固定値）/10 ms/30 ms/50 ms/100 ms/300 ms/500 ms/1000 ms 3mΩ、30mΩ、300mΩ（測定電流Hi）レンジにおいてOVCディレイ100 ms以下設定時は200 ms固定
初期設定	Preset

Preset時のOVCディレイ値（内部固定）（単位：ms）

測定電流	レンジ	ディレイ時間
Lo	3mΩ～30mΩ	200
	300mΩ～3Ω	50
	30Ω～300Ω	30
Hi	300mΩ	200

(7) 温度補正機能 (TC)

動作内容	任意の温度係数の抵抗値を任意の温度の抵抗値に換算して表示する	
演算式	$R_{t_0} = \frac{R_t}{1 + \alpha_{t_0}(t - t_0)}$	
	R_t ：	実測した抵抗値 (Ω)
	R_{t_0} ：	補正抵抗値 (Ω)
	t_0 ：	基準温度 (°C) 設定範囲：-10.0～99.9°C
	t ：	現在の測定温度 (°C)
	α_{t_0} ：	t_0 時の温度係数 (1/°C) 設定範囲：-9,999～9,999 ppm/°C
温度補正機能	ON/OFF (TC ONの時はΔT OFF固定)	
初期設定	OFF、 t_0 ：20°C、 α_{t_0} ：3,930 ppm/°C	

(8) オフセット電圧機能 (OVC : Offset Voltage Compensation)

動作内容	オフセット電圧の影響を取り除く OVC=ONのときは電流を変化させて2回測定
有効レンジ	3mΩレンジ～300Ωレンジ
設定	ON/OFF
初期設定	OFF

(9) 測定異常検出機能

オーバーレンジ検出機能

動作内容	下記条件でオーバーレンジ表示する
	- 測定範囲を超えた - 測定中に A/D コンバータの入力が範囲を超えた - 演算の結果が表示桁数を超えた

電流異常検出機能

動作内容	規定の測定電流を印加できない異常を検出する。 解除機能なし
------	----------------------------------

回路保護検出機能

動作内容	過電圧印加を検出し、電源を切るまで測定停止する。解除機能なし AC 42.4 V peak、DC 60 V まで保護
------	---

(10) コンパレータ機能

動作内容	設定値と測定値との比較判定
設定	ON/OFF (コンパレータ機能 ON の時はレンジ固定、ΔT および長さ換算機能 ON でコンパレータ機能自動 OFF)
判定方法	REF% モード / ABS モード
初期状態	OFF、ABS モード
判定	Hi 測定値 > 上限値 IN 上限値 ≥ 測定値 ≥ 下限値 Lo 下限値 > 測定値

ABS モード

上下限值範囲	0.0000mΩ ～ 9.9999MΩ
初期設定	0.0000mΩ

REF% モード

表示	相対値表示 $\text{相対値} = \left(\frac{\text{測定値}}{\text{基準値}} - 1 \right) \times 100[\%]$
相対値表示範囲	-999.99% ～ 999.99%
基準値範囲	0.0001mΩ ～ 9.9999MΩ
上下限值範囲	0.00% ～ ± 99.99%
初期設定	基準値：0.0001mΩ、上下限值範囲：0.00%

(11) 判定音設定機能

動作内容	コンパレータ判定結果に応じてブザーを鳴動する
設定	OFF / Hi / IN / Lo / HiまたはLo / ALL1 / ALL2 (ALL1、ALL2はHi、LoとINで異なる音)
初期設定	OFF

(12) 温度換算機能 (ΔT)

動作内容	抵抗値が温度に依存することを利用して、測定した抵抗値を温度に換算して温度上昇値を表示する
演算式	$\Delta t = \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_2)$
	Δt : 温度上昇 (°C)
	t_1 : 初期抵抗 R_1 を測定したときの巻線 (冷状態) 温度 (°C) 設定範囲 : -10.0 ~ 99.9°C
	t_2 : 温度上昇試験終了時の冷媒温度 (°C)
	R_1 : 温度 t_1 (冷状態) における巻線抵抗 (Ω) 設定範囲 : 0.0001m Ω ~ 3.5000M Ω
	R_2 : 温度上昇試験終了時の巻線抵抗 (Ω)
	k : 導線材料の0°Cにおける温度係数の逆数 (°C) 設定範囲 : -999.9 ~ 999.9°C
ΔT 表示範囲	-999.9 ~ 999.9°C
温度換算機能	ON/OFF (ΔT ONの時はTCおよびコンパレータ機能OFF固定、長さ換算機能ONで ΔT 自動OFF)
初期設定	OFF、 t_1 : 23.0°C、 R_1 : 1.0000 Ω 、 k : 235.0

(13) 長さ換算機能

動作内容	測定値を長さに変換し表示する
長さ表示範囲	0.0000 mm ～ 999.99 km (抵抗値がマイナスの場合はマイナスも表示)
設定	ON/OFF (長さ換算機能ONの時はコンパレータ機能OFF固定、 ΔT ONで長さ換算機能自動OFF)
1mあたりの抵抗値	0.0001m Ω ～ 350.00 Ω
初期設定	OFF、1 Ω
表示フォーマット	下記表による

レンジ	1mあたりの抵抗値			
	0.0001 ～ 0.0034m Ω	0.0035 ～ 0.0350m Ω	0.0351 ～ 0.3500m Ω	0.3501 ～ 3.5000m Ω
3m Ω	0.0000 km	000.00 m	00.000 m	0.0000 m
30m Ω	00.000 km	0.0000 km	000.00 m	00.000 m
300m Ω	000.00 km	00.000 km	0.0000 km	000.00 m
3 Ω	*1	000.00 km	00.000 km	0.0000 km
30 Ω	*1	*1	000.00 km	00.000 km
300 Ω	*1	*1	*1	000.00 km
3k Ω	*1	*1	*1	*1
30k Ω	*1	*1	*1	*1
300k Ω	*1	*1	*1	*1
3M Ω	*1	*1	*1	*1

*1 オーバーレンジ表示

レンジ	1mあたりの抵抗値				
	3.5001 ～ 35.000m Ω	35.001 ～ 350.00m Ω	350.01m Ω ～ 3.5000 Ω	3.5001 ～ 35.000 Ω	35.001 ～ 350.00 Ω
3m Ω	000.00 mm	00.000 mm	0.0000 mm	*1	*1
30m Ω	0.0000 m	000.00 mm	00.000 mm	0.0000 mm	*1
300m Ω	00.000 m	0.0000 m	000.00 mm	00.000 mm	0.0000 mm
3 Ω	000.00 m	00.000 m	0.0000 m	000.00 mm	00.000 mm
30 Ω	0.0000 km	000.00 m	00.000 m	0.0000 m	000.00 mm
300 Ω	00.000 km	0.0000 km	000.00 m	00.000 m	0.0000 m
3k Ω	000.00 km	00.000 km	0.0000 km	000.00 m	00.000 m
30k Ω	*1	000.00 km	00.000 km	0.0000 km	000.00 m
300k Ω	*1	*1	000.00 km	00.000 km	0.0000 km
3M Ω	*1	*1	*1	000.00 km	00.000 km

*1 オーバーレンジ表示

(14) オートホールド機能

動作内容	測定値を自動ホールドする。以下の条件で解除される 一度測定リードを開放して次に測定したとき、レンジ変更したとき、または [ESC] キーを押したとき
設定	ON/OFF
初期設定	OFF

(15) メモリ機能

マニュアル メモリ	動作内容： MEMORY キーにより測定値を記憶 保存内容： 日時、測定値、温度、抵抗測定レンジ、アベレージ、コンパレータ、 測定電流切り替え、温度補正 (TC)、OVC
オートメモリ	動作内容： オートホールド後、測定値を記憶 保存内容： 日時、測定値、温度、抵抗測定レンジ、アベレージ、コンパレータ、 測定電流切り替え、温度補正 (TC)、OVC 設定： ON/OFF
インターバル メモリ	動作内容： インターバル時間毎に測定値を記録 保存内容： 開始日時、測定値、温度、抵抗測定レンジ、アベレージ、 温度補正 (TC)、温度換算 (ΔT)、インターバル 設定： ON/OFF インターバル： 0.2 ~ 10.0s (0.2s ステップ)
メモリ個数	ブロック数： 10 マニュアル、オート： 最大 1,000 個 インターバル： 最大 6,000 個
メモリデータ 取得	表示、USB マスストレージ (CSV、TXT ファイル)
初期設定	オートメモリ： OFF インターバルメモリ： OFF インターバル： 0.2 s
メモリクリア	ブロック末尾 / 1 ブロック / すべてのメモリ

(16) パネルセーブ・パネルロード

動作内容	測定条件を、パネル番号を指定して保存・読み込み
パネル数	9
保存内容	抵抗測定レンジ、アベレージ、ディレイ、コンパレータ、判定音、温度換算 (ΔT)、 測定電流切り替え、長さ換算、温度補正 (TC)、OVC、メモリモード
パネルクリア	各パネルのクリア

(17) 時計機能

日付表示	オートカレンダー、閏年自動判別
時刻表示	24 時間
時計精度	±4 分 / 月

初期状態	2013年1月1日、0時0分0秒
バックアップ 電池寿命	約10年(23°C参考値)

(18) リセット機能

リセット

動作内容	パネルデータ、保存した測定データ、時計以外の設定を工場出荷状態に戻す
------	------------------------------------

システムリセット

動作内容	時計以外のパネルデータ、保存した測定データを含むすべての設定を工場出荷状態に戻す
------	--

(19) オートパワーセーブ機能 (APS)

動作内容	キー操作がない状態、測定異常状態が10分続いたとき自動的に電源が切れる インターバル測定中、USB接続中は自動的に機能無効 手動解除可能
------	--

(20) 電池残量検出機能

動作内容	電池残量を3段階で表示する
	10.0V±0.2V以上
	8.5V±0.2V以上10.0V±0.2V未満
	8.0V±0.2V以上8.5V±0.2V未満
	8.0V±0.2V未満(電源が切れる)

(21) セルフテスト機能

電源投入時	ROM/RAMチェック、測定回路保護用ヒューズ断線チェック
-------	-------------------------------

インタフェース

(1) 表示

LCDタイプ	LCD (モノクロ、212セグメント)
--------	---------------------

(2) キー

COMP、PANEL、TC/ Δ T、AVG、+、-、◀、▶、ESC、ENTER、MEMORY、READ、MODE、OADJ、AUTO、▼、▲ (レンジ)、  (電源)
--

(3) USBインタフェース

コネクタ	シリーズミニBレセプタクル
電氣的仕様	USB2.0 (Full Speed)
クラス	USB マスストレージクラス (読み取り専用)

(4) L2105 手元コンパレータランプ用出力

出力内容	コンパレータ結果出力 (Hi、Lo/ INの2出力)
出力端子	3極イヤホンジャック ($\phi 2.5$ mm)
出力電圧	DC5 V $\pm$ 0.2 V 20 mA

環境・安全仕様

使用場所	屋内使用、汚染度2、高度2,000 mまで	
保存温湿度範囲	-10°C ~ 50°C、80%rh以下（結露しないこと）	
使用温湿度範囲	0°C ~ 40°C、80%rh以下（結露しないこと）	
適合規格	安全性	EN61010
	EMC	EN61326
電源	単3形アルカリ乾電池（LR6）×8本	
定格電源電圧	DC1.5 V × 8	
最大定格電圧	5 VA	
連続使用時間	約10時間（新品アルカリ電池使用時） 次の使用条件による：3mΩレンジにて10秒間に1秒間測定	
外形寸法	約192W × 121H × 55D mm	
質量	約770 g	
製品保証期間	3年間	

付属品

L2107	クリップ形リード	1
Z2002	温度センサ	1
	単3形アルカリ乾電池（LR6）	8
	取扱説明書	1
	USBケーブル（A - miniB タイプ）	1
	ストラップ	1
	予備ヒューズ（F2AH/250V）	1

オプション

L2107	クリップ形リード
9453	4端子リード
9454	ゼロアジャストボード
9465-10	ピン形リード
9467	大径クリップ形リード
9772	ピン形リード
L2105	手元コンパレータランプ
Z2002	温度センサ
C1006	携帯用ケース

10 保守・サービス

校正について

重要

測定器が規定された確度内で、正しい測定結果を得るためには定期的な校正が必要です。

校正周期は、お客様のご使用状況や環境などにより異なります。お客様のご使用状況や環境に合わせ校正周期を定めていただき、弊社に定期的に校正をご依頼されることをお勧めします。

クリーニング

本器およびオプション類の汚れをとるときは、柔らかい布に水か中性洗剤を少量含ませて、軽く拭いてください。

表示部は乾いた柔らかい布で軽く拭いてください。

重要

ベンジン、アルコール、アセトン、エーテル、ケトン、シンナー、ガソリン系を含む洗剤は絶対に使用しないでください。変形、変色することがあります。

10.1 困ったときは

故障と思われるときは、以下の「Q&A（よくあるお問い合わせ）」を確認してから、お買上店（代理店）が最寄りの営業拠点にお問い合わせください。

（お問い合わせいただくときには、巻末の「お問い合わせシート＜測定用＞」をご記入いただくとう便利です）

Q&A（よくあるお問い合わせ）

該当する項目がない場合は、お買上店（代理店）が最寄りの営業拠点にお問い合わせください。

一般的な項目

No	お困り事	ご確認ください		考えられる原因→対策	参照
1-1	電源が入らない（何も表示されない）			電池残量がない →電池を交換してください	(p.29)
1-2	電源がすぐ切れる	使用電池は	アルカリ電池以外	アルカリ電池以外は使用禁止 →アルカリ電池をご使用ください	—
		表示は	電池残量マークが減っている	電池残量がない →電池を交換してください	(p.29)
			APSが点灯している	APS（オートパワーセーブ機能）が動作している →しばらく操作がないと自動的に電源が切れます。機能を解除することもできます。	(p.33)
1-3	キー操作できない	表示は	設定画面	確定またはキャンセル待ち→ESCキーまたはENTERキーを押してください	(p.19)
			USB	USB接続中、キーは使用不可 →USBケーブルを抜いてください	(p.84)
			INTERVAL表示点滅	インターバル測定中、STOPキー以外は使用不可 →STOPキー（MEMORYキー）を長押ししてインターバル測定を停止してください	(p.78)
			その他の表示	同時に使用できない機能がある →機能制限一覧をご覧ください	(p.107)
1-4	コンパレータ判定結果が点灯しない	測定値は	表示されている	コンパレータ機能がOFFになっている →機能をONしてください	(p.58)
			表示されていない（数値またはoF以外の表示）	測定値が表示されていない場合、判定を行わず、ランプも点灯しません	
1-5	L2105 手元コンパレータランプが点灯しない	本器のコンパレータ判定結果は	点灯	接続が正しくない →L2105 手元コンパレータランプをCOMP. OUTに正しく接続してください	(p.64)
				断線している →L2105 手元コンパレータランプを交換してください	—
			消灯	→Q&A「No.1-4 コンパレータ判定結果が点灯しない」をご覧ください	(p.106)

No	お困り事	ご確認ください		考えられる原因→対策	参照
1-6	ブザーが聞こえない	判定音設定は	OFF	機能がOFFになっている →機能をONしてください	(p.63)

機能制限一覧 (○：同時使用可、－：同時使用不可)

	COMP	TC	ΔT	LENGTH	RANGE 変更
COMP		○	－	－	－
TC	○		－	○	○
ΔT	－	－		－	○
LENGTH	－	○	－		○
RANGE 変更	－	○	○	○	

コンピュータとの接続に関する項目

No	お困り事	ご確認ください		考えられる原因→対策	参照
2-1	コンピュータにRM3548が表示されない	本器の表示は	"USB"と表示されていない	接続が正しくない →コネクタの挿入を確認してください →コンピュータに他のUSBメモリを挿して認識するか確認してください	(p.84)
			何も表示されていない	→RM3548の電源を入れてください	(p.32)
2-2	保存データが見当たらない			違うドライブを見ている →RM3548のドライブを参照してください	(p.84)
				1つも保存されていない →USBケーブルをはずし、本器で保存データを確認してください。データがなければデータが保存されていません。再度、データを保存してください	(p.73)
2-3	ファイルを操作できない ・ファイル名を変えられない ・ファイルの中身を変えられない ・ファイルを書き込めない ・データを削除できない ・データを切り取れない			保存データのファイルは読み取り専用 →ファイルは一度コンピュータにコピーしてから編集してください →保存データの削除は、USBケーブルを抜き、本器で実行してください	(p.84)

測定に関する項目

No	お困り事	ご確認ください		考えられる原因→対策	参照
3-1	測定値が安定しない	ノイズの影響を	受けている可能性がある	→付録8 (1) をご覧ください (p.付16)	
		測定リードは	クリップ形リード	→付録8 (2) をご覧ください (p.付19)	
			途中から2端子配線	→付録8 (8) をご覧ください (p.付22)	
		測定対象は	幅や厚みがある	→付録8 (3) をご覧ください (p.付20)	
			温度が安定していない (作りたて、開梱したて、手で持つなど)	→付録8 (4) をご覧ください (p.付22)	
			熱容量が小さい	→付録8 (5) をご覧ください (p.付22)	
			トランス	測定電流が安定する前に測定をしている →ディレイを長くしたり、OVCをOFFにしてください	(p.50) (p.52)
			モータ、チョークコイル、ソレノイド	測定電流が安定する前に測定をしている →ディレイを長くしてください	(p.52)
		TCは	ON	Z2002 温度センサの配置が適切でない →Z2002 温度センサを測定対象に近づけてください →Z2002 温度センサに風が当たらないようにしてください	(p.13)
			OFF	室温が安定しないなど、温度により測定対象の抵抗値が変化している →温度補正 (TC) をONにしてください	(p.49)
		OVCは	OFF	熱起電力の影響を受けている →OVCをONにしてください	(p.50)
		その他		測定リードがつながっていない →測定リードを奥まで挿入してください →測定リードを交換してください	(p.30)
				(自作測定リードの場合) 接触抵抗が大きすぎる →接触圧を上げてください →プローブ先端を清掃・交換してください	—
				(自作測定リードの場合) 配線抵抗が大きすぎる →配線を太く短くしてください	—
3-2	測定値が予想される値からずれている	ゼロアジャストは	ON	ゼロアジャストが正しくない →もう一度ゼロアジャストをしてください	(p.44)
			OFF	・2端子測定での配線抵抗の影響を受けている →ゼロアジャストしてください ・熱起電力の影響を受けている →OVC機能を使用してください	(p.44) (p.50)
		Q&A「No.3-1測定値が安定しない」(p.108) もご確認ください			

No	お困り事	ご確認ください		考えられる原因→対策	参照
3-3	測定値が表示されない (測定値異常の表示についてはp.40もご参照ください)	測定値は		測定リードが断線している →測定リードを交換してください	(p.30)
			----	(自作測定リードの場合) 接触抵抗が大きすぎる →接触圧を上げてください →プローブ先端を清掃・交換してください	—
				(自作測定リードの場合) 配線抵抗が大きすぎる →配線を太く短くしてください	—
			oF	測定レンジが低い →高抵抗レンジにするかオートレンジにしてください	(p.36)
			何も表示されていない	オートレンジが確定しない →Q&Aの「No.3-4 オートレンジが確定しない」をご覧ください	(p.109)
			測定リードをショートしても表示されない	ヒューズ断線の可能性があります→電源を入れなおしてセルフテストを行いヒューズが断線していないか確認してください	(p.32)
3-4	オートレンジが確定しない	測定対象は	トランス、モータ	測定電流が安定する前に測定をしている →レンジを固定して測定してください →ディレイを長くしてください →OVCをOFFにしてください	(p.36) (p.50) (p.52)
		ノイズの影響を	受けている可能性がある	→付録8 (1) をご覧ください (p.付 16)	
3-5	ゼロアジャストできない	ゼロアジャストする前の測定値が	各レンジフルスケールの±3%を超えている、または測定異常になっている	結線に問題がある →もう一度正しい結線でゼロアジャストし直してください。自作ケーブルなどで抵抗値が高い場合は、ゼロアジャストできませんので、配線抵抗を低く抑えるようにしてください	(p.44)
3-6	オートホールドされない(ホールドが解除されない)	測定値が	安定しない	Q&A「No.3-1 測定値が安定しない」をご確認ください	(p.108)
			変化しない	レンジがあていない →適切なレンジまたはオートレンジにしてください	(p.36)
3-7	低抵抗レンジで測定できない			電池残量が少ない →低抵抗レンジでは、最大1Aを流すため、消費電力が大きくなります。電池残量表示の電池残量なし(点滅)が出る前( 、 )でも電流を供給できなくなる場合があります。 電池を交換してください。	—

エラー表示と対処方法

本器や測定状態が正常でない場合など、以下のメッセージが画面に表示されます。修理が必要な場合は、お買上店（代理店）または最寄りの営業拠点にご連絡ください。

- 故障と思われるときは、「Q&A（よくあるお問い合わせ）」（p.106）を確認してから、お買上店（代理店）か最寄りの営業拠点にご連絡ください。
- LCD表示部にエラーが表示された場合は修理が必要です。お買上店（代理店）か最寄りの営業拠点にご連絡ください。

表示	意味	対処方法
FAiL	実行エラー	実行している内容によって異なります。 (例) ゼロアジャスト実行時に表示される場合、ゼロアジャスト範囲外です。
Err90	プログラムROMチェックサムエラー	機器の故障です。修理に出してください。
Err91	CPU RAMエラー	機器の故障です。修理に出してください。
Err92	SRAMのリード/ライトテストエラー	機器の故障です。修理に出してください。
Err93	FRAMのリード/ライトテストエラー	機器の故障です。修理に出してください。
Err95	調整データエラー	機器の故障です。修理に出してください。
Err96	設定バックアップエラー	システムリセットを実行してください。（p.89）それでも復帰しない場合は機器の故障です。修理に出してください。
Err99	時計未設定のため、 [ENTER] キーを押すと 12-01-01 00:00:00 に初期化されます	バックアップ電池交換時期です。 最寄りの営業拠点にご連絡ください。
FUSE	ヒューズが切れています	ヒューズを交換してください。
PrtCt	保護機能が働いています	誤って過電圧を入力してしまった場合は、すぐに測定リードを測定対象から外してください。保護機能が働いている間は測定できません。保護機能を解除するには、測定リードのA側（赤）とB側（黒）を接触させるか、電源を入れなおしてください。
t.Err	TCや ΔT がONの時、Z2002 温度センサが接続されていないか温度が $\circ F$ 表示になっている。	Z2002 温度センサの接続を確認してください。

10.2 修理・点検

交換部品と寿命について

- 使用環境や使用頻度により、寿命は変わります。下記期間の動作を保証するものではありません。
交換の際には、お買上店（代理店）か最寄りの営業拠点にご連絡ください。
- 輸送する場合は、「輸送時の注意」（p.8）もご確認ください

部品	寿命
電解コンデンサ	約10年
リチウム電池	約10年 本器は時計のバックアップ用にリチウム電池を内蔵しています。電源を入れたとき、日付、時間が大きくずれているときは、電池の交換時期です。お買上店（代理店）か最寄りの営業拠点にご連絡ください。

10.3 測定回路保護用ヒューズの交換

測定回路保護用ヒューズ断線時は、次の手順で交換します。

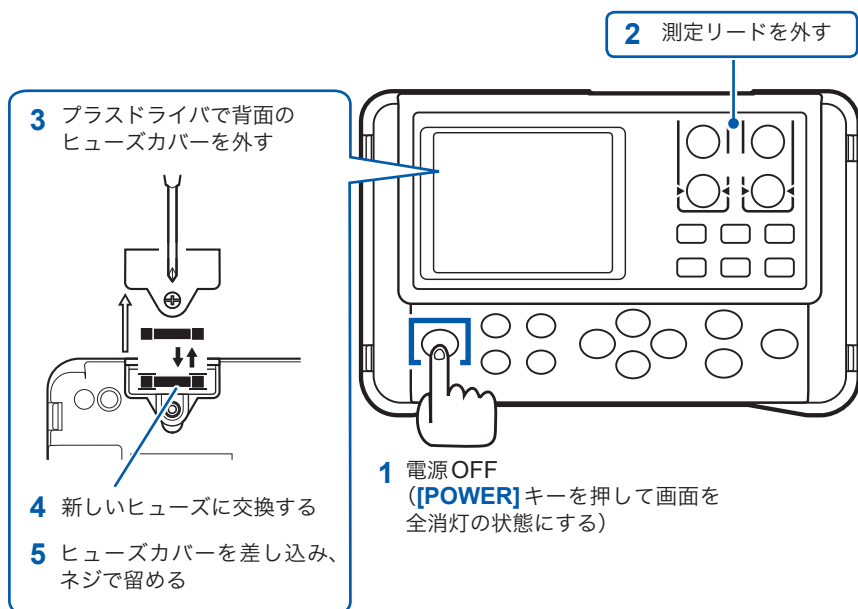
⚠ 警告

感電事故を避けるため、電源を切り、測定リードを外してからヒューズを交換してください。



ヒューズは、指定された形状と特性、定格電流、電圧のものを使用してください。指定以外のヒューズ(特に定格電流の大きいもの)を用いたりヒューズホルダを短絡したまま使用しないでください。本器を破損し、人身事故になる恐れがあります。

指定ヒューズ：F2AH/250 V (消弧剤入り) $\phi 5 \times 20 \text{ mm}$



10.4 本器の廃棄

- 本器はバックアップ用にリチウム電池を内蔵しています。バックアップ電池の寿命は約10年です。電源を入れたとき、日付、時間が大きくずれているときは、電池の交換時期です。お買上店（代理店）か最寄りの営業拠点にご連絡ください。
- 本器を廃棄するときは、リチウム電池を取り出し、地域で定められた規則に従って処分してください。

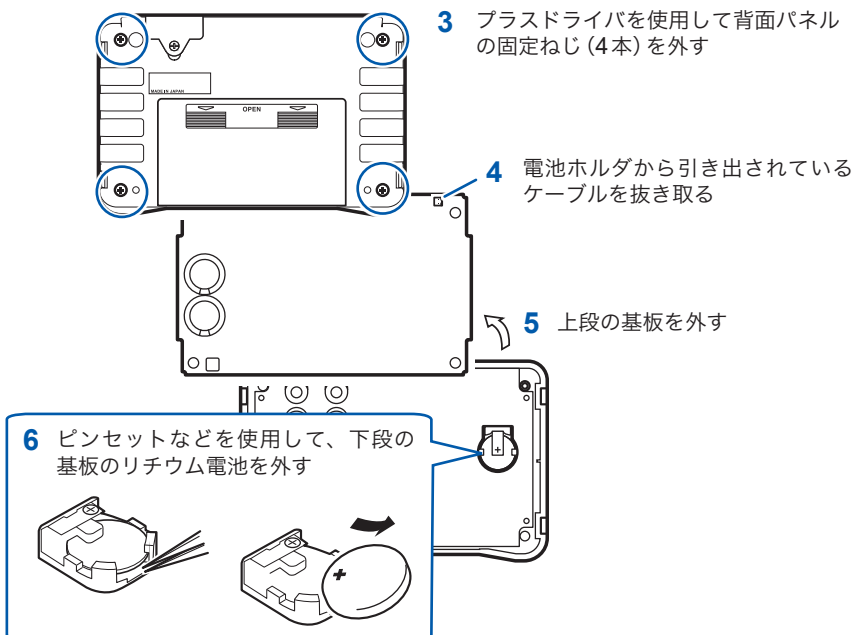
バックアップ電池の外し方

⚠ 警告



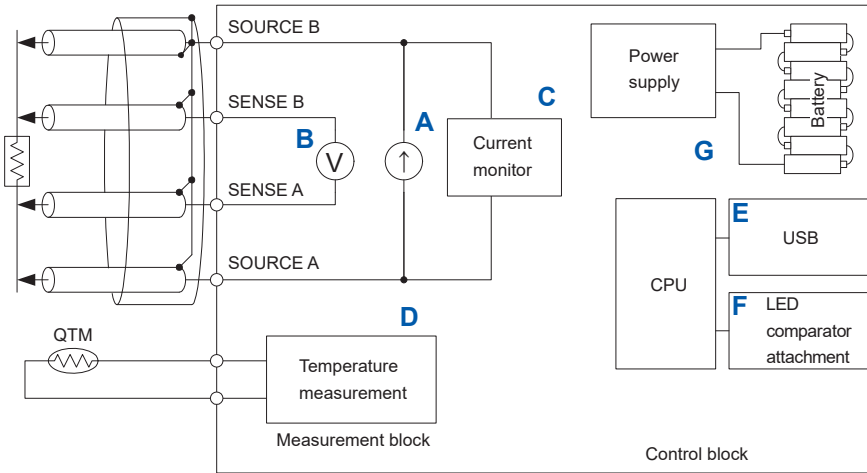
感電事故を避けるため、電池と測定リードを外してからリチウム電池を取り外してください。

- 1 電源OFF
（**[POWER]** キーを押して画面を全消灯の状態にする）
- 2 測定リードを外す



付録

付録1 ブロック図



- 測定レンジに応じた定電流を **SOURCE B** 端子から **SOURCE A** 端子に流し、**SENSE B** 端子と **SENSE A** 端子間の電圧を測定します。得られた電圧値 (V) を、流している定電流値 (I) で割ることにより、抵抗値 ($R=V/I$) を求めます。(A、B)
- 定電流源と電圧計は、接触抵抗の影響を受けづらい回路構成となっています。
- 測定中は、正常に定電流を測定対象に流せているか監視しています。(C)
- 抵抗測定と同時に、サーミスタ温度センサ (Z2002 温度センサ) により温度を測定しています。本器では、測定した温度を利用して、抵抗値を補正することができます。(D)
- USBは、Mass storage deviceとして動作します。簡単な操作でコンピュータへデータを取り込むことが可能です。(E)
- L2105 手元コンパレータランプを取り付けることで、本体の表示に目を配ることなく判定結果を知ることができます。
- 本器の電源は、単3形アルカリ電池8本です。小型でありながら、1 Aの大電流で測定でき、 $0.1\mu\Omega$ の分解能を実現しています。(A、G)

付録2 4端子法 (電圧降下法)

低抵抗を精度良く測るうえで、測定器とプローブを接続する配線の抵抗、プローブと測定対象の間に生じる接触抵抗が大きな阻害要因となってきます。

配線抵抗は太さや長さにより大きく異なります。抵抗測定に使用されるケーブルは、例としてAWG24 (0.2sq) でおよそ90mΩ/m、AWG18 (0.75sq) でおよそ24mΩ/mです。

接触抵抗は、プローブの摩耗状態や接触圧、測定電流に左右されます。接触の良い状態でも数mΩ程度で、時には数Ωに達することも珍しくありません。

そこで、小さな抵抗を確実に測定するためには、4端子法が用いられます。

2端子測定の場合(図1)は、測定リードそのものの導体抵抗が、測定対象の抵抗に加算され誤差の原因となります。

4端子測定(図2)は、定電流を供給する電流源端子(SOURCE A、SOURCE B)と電圧降下を検出する電圧検出端子(SENSE A、SENSE B)から構成されています。測定対象に接続された電圧検出端子側のリード線には電圧計の入力インピーダンスが高いため、ほとんど電流が流れませんので、測定リードの抵抗や接触抵抗の影響を受けずに正確に測定することができます。

2端子法による測定

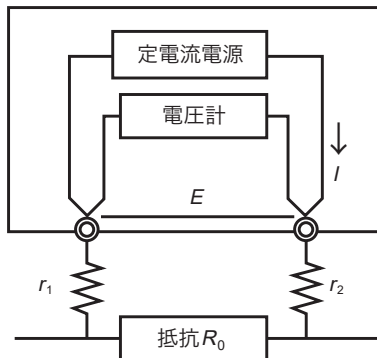


図1

電流 I は被測定抵抗 R_0 、配線抵抗 r_1 、 r_2 に流れます。よって、測定する電圧は、 $E=I(r_1+R_0+r_2)$ で求められ、配線抵抗 r_1 、 r_2 を含んだ値になります。

4端子法による測定

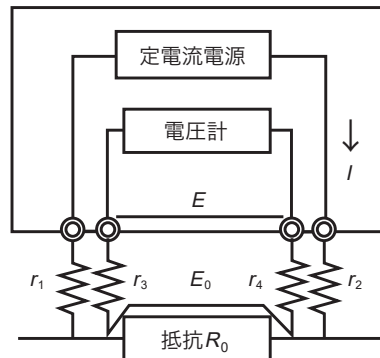


図2

電流 I は r_2 から被測定抵抗 R_0 を通り、 r_1 へと流れます。電圧計は入力抵抗が大きいため、 r_3 、 r_4 へは電流は流れません。したがって、 r_3 、 r_4 の電圧降下は0となり、測定する電圧 E と被測定抵抗 R_0 の両端の電圧降下 E_0 は等しくなり、 $r_1 \sim r_4$ の影響を受けずに抵抗測定ができます。

付録3 直流方式と交流方式について

抵抗測定（インピーダンス測定）には、直流方式と交流方式があります。

- 直流方式

抵抗計 RM3542、RM3543、RM3544、RM3545、RM3548

一般的なデジタルマルチメータ

一般的な絶縁抵抗計

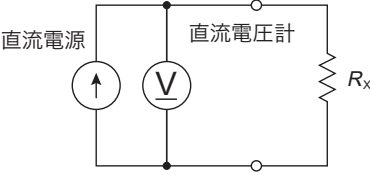
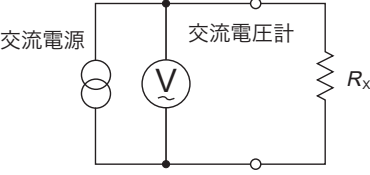
- 交流方式

バッテリーハイテスタ 3561、BT3562、BT3563、3554

一般的な LCR メータ

直流方式の抵抗計は、汎用の抵抗器や巻線抵抗、接触抵抗、絶縁抵抗の測定などに幅広く利用されます。直流方式は、直流電源と直流電圧計により構成されており、回路構成が簡素なため精度を上げやすい反面、測定する経路に起電力がある場合に誤差が発生します。

交流方式は、インダクタやキャパシタ、バッテリーのインピーダンス測定など、『直流では測れない』場面で使用されます。交流方式の抵抗計は、交流電源と交流電圧計により構成されていますので、本質的に直流起電力の影響を受けません。その反面、コイルの直列等価抵抗には鉄損などが含まれてくるなど、直流での測定値と異なることがあります。注意が必要です。

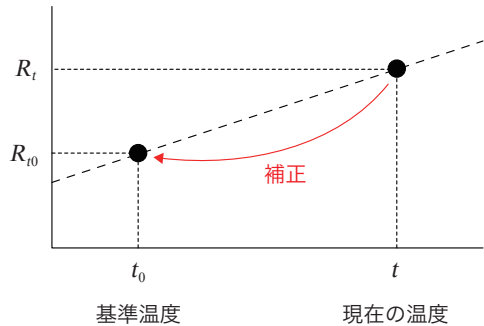
	直流抵抗計	交流抵抗計
測定信号 検出電圧	直流 	交流 
利点	高精度な測定が可能	起電力の影響を受けないリアクタンスの測定が可能
欠点	直流重畳測定ができないため、起電力の影響を受ける（OVC機能により、熱起電力程度であれば補正可能）	精度を上げづらい
用途	トランス、モータなど巻線の直流抵抗、接触抵抗、絶縁抵抗、PCBの配線抵抗	バッテリーのインピーダンス、インダクタ、キャパシタ電気化学測定
測定範囲	$10^{-8} \sim 10^{16}$	$10^{-3} \sim 10^8$
当社測定器	抵抗計: RM3542～RM3548 DMM: 3237～3238 絶縁抵抗計: IR4000シリーズ、DSMシリーズ	バッテリーハイテスタ: 3561、BT3562、BT3563 LCRメータ: IM3570、IM3533、IM3523など

付録4 温度補正機能 (TC) について

温度補正は、銅線のように温度依存性のある抵抗値を、特定の温度の抵抗値に換算して表示します。

抵抗値 R_t 、 R_{t_0} を $t^{\circ}\text{C}$ および $t_0^{\circ}\text{C}$ における測定対象 ($t_0^{\circ}\text{C}$ における抵抗温度係数: α_{t_0}) の抵抗値として以下のように表されます。

$R_t = R_{t_0} \times \{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)\}$	
R_t	実測した抵抗値 [Ω]
R_{t_0}	補正抵抗値 [Ω]
t_0	基準温度 [$^{\circ}\text{C}$]
t	現在の周囲温度 [$^{\circ}\text{C}$]
α_{t_0}	t_0 の時の温度係数 [$1/^{\circ}\text{C}$]



例

現在の温度 = 30°C 、そのときの抵抗値 = 100Ω の銅線 (20°C での抵抗温度係数 = 3930 ppm) の場合、 20°C のときの抵抗値は以下のように求められます。

$$\begin{aligned}
 R_{t_0} &= \frac{R_t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)} \\
 &= \frac{100}{1 + (3930 \times 10^{-6}) \times (30 - 20)} \\
 &= 96.22
 \end{aligned}$$

温度補正の設定、実行の方法は「4.3 温度の影響を補正する (温度補正機能 (TC))」(p.49) を参照してください。

重要

- 温度センサは外気温を検出するものであり、表面温度を測定することはできません。
- 測定する前に、温度センサを測定対象の近くに配置し、温度センサと測定対象をその周囲温度に十分なじませてからご使用ください。

参考

金属および合金導電材料の性質

種類	成分 [%]	密度 ($\times 10^3$) [kg/m ³]	導電率	温度係数 (20°C) [ppm]
軟銅線	Cu>99.9	8.89	1.00 ~ 1.02	3810 ~ 3970
硬銅線	Cu>99.9	8.89	0.96 ~ 0.98	3770 ~ 3850
カドミウム 銅線	Cd 0.7 ~ 1.2	8.94	0.85 ~ 0.88	3340 ~ 460
銀銅	Ag 0.03 ~ 0.1	8.89	0.96 ~ 0.98	3930
クロム銅	Cr 0.4 ~ 0.8	8.89	0.40 ~ 0.50	2000
			0.80 ~ 0.85	3000
コルソン合金線	Ni 2.5 ~ 4.0 Si 0.5 ~ 1.0		0.25 ~ 0.45	980 ~ 1770
軟アルミニウム線	Al>99.5	2.7	0.63 ~ 0.64	4200
硬アルミニウム線	Al>99.5	2.7	0.60 ~ 0.62	4000
アルドライ線	Si 0.4 ~ 0.6		0.50 ~ 0.55	3600
	Mg 0.4 ~ 0.5 Al残部			

参考文献「電子情報通信ハンドブック」電子情報通信学会編

銅線の導電率

直径 [mm]	軟銅線	錫メッキ軟銅線	硬銅線
0.01 ～ 0.26 未満	0.98	0.93	—
0.26 ～ 0.29 未満	0.98	0.94	—
0.29 ～ 0.50 未満	0.993	0.94	—
0.50 ～ 2.00 未満	1.00	0.96	0.96
2.00 ～ 8.00 未満	1.00	0.97	0.97

温度係数は温度および導電率によって変わります。20℃のときの温度係数を α_{20} 、導電率 C の t ℃における温度係数を α_{Ct} とすると、 α_{Ct} は常温付近では次のように表せます。

$$\alpha_{Ct} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{20} \times C} + (t - 20)}$$

例えば、国際標準軟銅の温度係数は20℃において3930 ppm/℃です。錫メッキ軟銅線（直径0.10 ～ 0.26 未満）では、20℃の温度係数 α_{20} は次のように求められます。

$$\alpha_{20} = \frac{1}{\frac{1}{0.00393 \times 0.93} + (20 - 20)} \approx 3650 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$$

付録5 温度換算機能 (ΔT) について

温度換算機能は、抵抗値が温度に依存することを利用して、測定した抵抗値を温度に換算して表示します。ここでは温度換算機能の方法について説明します。

JIS C 4034によると、温度上昇値は抵抗法により次のように表されます。

$\Delta t = \frac{R_2}{R_1}(k + t_1) - (k + t_2)$	
Δt	温度上昇 [°C]
t ₁	初期抵抗 R ₁ を測定したときの巻線 (冷状態) 温度 [°C]
t ₂	温度上昇試験終了時の冷媒温度 [°C]
R ₁	温度 t ₁ (冷状態) における巻線抵抗 [Ω]
R ₂	温度上昇試験終了時の巻線抵抗 [Ω]
k	導線材料の 0°C における温度係数の逆数 [°C]

例

初期温度 t₁ が 20°C のときの抵抗値 R₁ が 200mΩ の銅線において、現在の周囲温度 t₂ が 25°C、抵抗測定値 R₂ が 210mΩ のとき、温度上昇値は以下のようになります。

$$\begin{aligned}
 \Delta t &= \frac{R_2}{R_1}(k + t_1) - (k + t_2) \\
 &= \frac{210 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-3}}(235 + 20) - (235 + 25) \\
 &= 7.75 \text{ °C}
 \end{aligned}$$

したがって、現在の抵抗体の温度 t_R は以下のよう求められます。

$$t_R = t_2 + \Delta t = 25 + 7.75 = 32.75$$

ここで、測定対象が銅またはアルミニウムでない場合の定数 k は、温度補正機能で示した式と上の式より、温度係数 α_{t0} とすると、以下のよう求められます。

$$k = \frac{1}{\alpha_{t_0}} - t_0$$

例えば、銅の 20°C のときの温度係数は 3930 ppm/°C ですので、このときの定数 k は、以下のようになり、JIS で定められた銅の定数 235 と、ほぼ同じ値を示します。

$$k = \frac{1}{3930 \times 10^{-6}} - 20 = 234.5$$

付録6 熱起電力の影響について

熱起電力とは、プローブと測定対象のリード線との間など異種金属の接続部分に生じる電位差のことで、この熱起電力が大きいと測定に誤差を生じてしまいます(図1)。また、熱起電力の大きさは測定環境の温度によっても異なり、一般的に温度差が高いほど熱起電力は大きくなります。

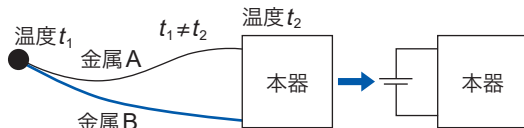


図1. 熱起電力の発生

熱起電力が大きくなる例

- ・ 測定対象が、ヒューズ、温度ヒューズ、サーミスタ、バイメタル、サーモスタット
- ・ 電圧検出ラインに、シングルステイブルリレーの接点を使用している
- ・ 電圧検出端子にワニ口クリップを使用している
- ・ 電圧検出端子を手で持っている
- ・ 測定対象と本器の温度が大きく異なる
- ・ A端子側の配線材とB端子側の配線材が異なる

抵抗測定では、測定対象 R_x に測定電流 I_M を流し、測定対象の電圧降下 $R_x I_M$ を検出しています。低抵抗測定では、 R_x が小さいため検出電圧 $R_x I_M$ が必然的に小さくなります。検出電圧が小さい場合には、測定対象とプローブ間やケーブルと測定器間に生じる熱起電力や電圧計のオフセット電圧 V_{EMF} が測定に影響を及ぼすようになってきます(図2)。

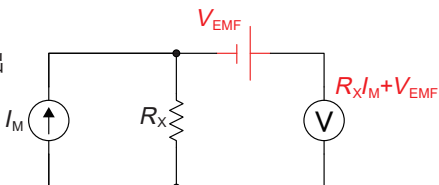


図2. 熱起電力の発生

測定対象を手で持つことで測定対象は温まりますし、プローブが手で温まることもあります。このような影響で、注意を払っても熱起電力を $1\mu\text{V}$ 以下にコントロールすることは難しいでしょう。

例として、熱起電力が $10\mu\text{V}$ ある状態で、真の抵抗値が $1\text{m}\Omega$ の測定対象を測定電流 100mA で測った場合、測定器は

$$\frac{1\text{m}\Omega \times 100\text{mA} + 10\mu\text{V}}{100\text{mA}} = 1.1\text{m}\Omega$$

と表示し、真の測定値に対し 10% もの誤差を含むことになります。また、電圧計のオフセット電圧も $1\mu\text{V} \sim 10\text{mV}$ と非常に大きく低抵抗測定における大きな誤差要因となります。

熱起電力の影響を軽減する方法として、

1. 大きな測定電流で検出電圧を上げる
2. 熱起電力をゼロアジャストする
3. 検出信号を交流にする

が考えられます。

1 大きな測定電流で検出電圧を上げる

先ほどの熱起電力の例で測定電流を 100 mA から 1 A にすれば、誤差は 1% に軽減できます。

$$\frac{1\text{m}\Omega \times 1\text{A} + 10\text{ }\mu\text{V}}{1\text{A}} = 1.01\text{m}\Omega$$

ただし測定対象には、 $R I^2$ の電力がかかるので注意が必要です。

2 熱起電力をゼロアジャストする

測定対象 R_X に電流を流さない状態を作り出すことで、電圧計には熱起電力 V_{EMF} のみが入力されるようになります。ただし、SOURCE 端子を開放してしまうと、本器は電流異常を検出し、測定値を表示しなくなります。

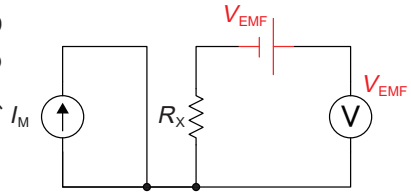


図3. R_X に電流を流さずゼロアジャスト

そこで R_X に電流が流れないように SOURCE 線を短絡し、ゼロアジャストを実行することで熱起電力をキャンセルすることができます(図3)。

「3.3 測定値を確認する」(p.39)

「付録7 ゼロアジャストについて」(p.付10)

3 検出信号を交流にする

検出信号を交流にすることは根本的な解決方法です。熱起電力、電圧計のオフセット電圧とともに、秒単位の短い時間では安定した直流と考えられ、検出信号を交流にすることで周波数領域での分離が可能になります。本器の OVC 機能 (OVC: Offset Voltage Compensation) では、測定電流をパルス波形として熱起電力を排除しています(図4)。具体的には、測定電流を流したときの検出電圧から、電流を停止したときの検出電圧を減じ、熱起電力の影響を受けない抵抗値を得ています。

$$\frac{(R_X I_M + V_{\text{EMF}}) - (R_X I_0 + V_{\text{EMF}})}{I_M} = R_X \quad (I_0 = 0 : \text{電流停止})$$

測定対象が誘導性の場合は、電流を流してから測定を開始するまでに遅延時間 (DELAY) の設定 (p.52) が必要です。

遅延時間はインダクタンスが測定値に影響しないように設定してください。最初は遅延時間を長めに設定し、測定値を見ながら、徐々に遅延時間を短くしてください。

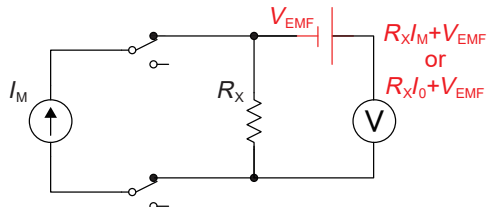


図4. 電流反転法による、起電力キャンセル

付録7 ゼロアジャストについて

ゼロアジャストは、 0Ω を測定した際に残ってしまう値を差し引き、ゼロ点を調節する機能です。このため、ゼロアジャストは 0Ω を接続した状態で行う必要があります。しかし、抵抗値が全くない測定対象を接続することは難しく、現実的ではありません。そこで、実際のゼロアジャスト時には、擬似的に 0Ω を接続した状態を作ることで、ゼロ点を調節します。

0Ω を接続した状態を作るには

理想的な 0Ω を接続した場合、オームの法則 $E=I \times R$ の関係より、SENSE AとSENSE B間の電圧は 0 V となります。つまり、SENSE AとSENSE B間の電圧を 0 V にすれば、 0Ω を接続した状態と同じ状態にすることができます。

本器でゼロアジャストを行う場合には

本器では測定異常検出機能により、各測定端子間の接続状態を監視しています。このため、ゼロアジャストを行う場合には、各端子間を適切に接続しておく必要があります(図1)。

まず、SENSE AとSENSE B間の電圧を 0 V にするため、SENSE AとSENSE B間を短絡します。使用するケーブルの配線抵抗 $R_{\text{SEA}}+R_{\text{SEB}}$ は数 Ω 以下であれば問題ありません。これは、SENSE端子が電圧測定端子であり、電流 I_0 がほとんど流れないため、 $E=I_0 \times (R_{\text{SEA}}+R_{\text{SEB}})$ の関係式において $I_0 \approx 0$ となり、配線抵抗 $R_{\text{SEA}}+R_{\text{SEB}}$ が数 Ω であればSENSE AとSENSE B間の電圧はほぼゼロとなるためです。

次に、SOURCE AとSOURCE B間を接続します。これは、測定電流が流せない場合に表示されるエラーを回避するためです。使用するケーブルの配線抵抗 $R_{\text{SOA}}+R_{\text{SOB}}$ は、測定電流が流せる抵抗以下である必要があります。

さらに、SENSEとSOURCE間の接続状態も監視している場合には、SENSEとSOURCE間も接続する必要があります。使用するケーブルの配線抵抗 R_{Short} は数 Ω 程度で問題ありません。

以上のように配線することで、SOURCE Bから流れ出た測定電流 I はSOURCE Aに流れ込み、SENSE AやSENSE Bの配線に流れ込むことはなくなります。SENSE AとSENSE Bの間の電圧を正確に 0 V に保つことができるようになり、適切にゼロアジャストすることが可能となります。

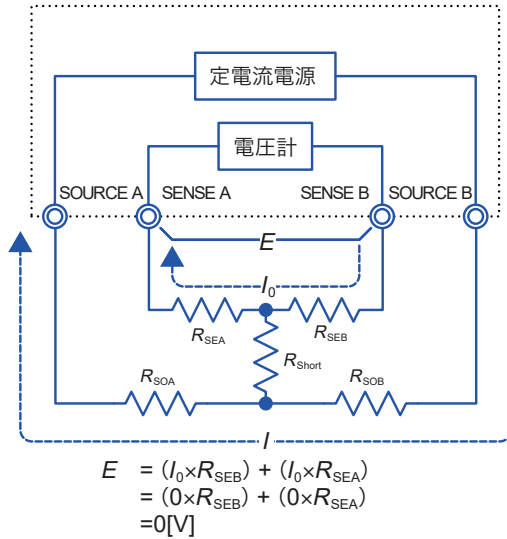


図1. 擬似的に0Ωを接続した状態

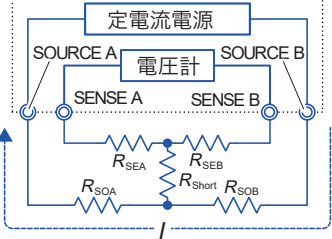
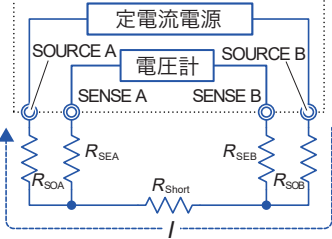
適切にゼロアジャストするためには

表1に示したのは、正しい接続方法と、誤った接続方法です。図中の抵抗は配線抵抗を表すもので、それぞれ数Ω以下であれば問題ありません。

(a) のように、SENSE AとSENSE BおよびSOURCE AとSOURCE Bをそれぞれ接続し、SENSEとSOURCE間を1つの経路で接続した場合、SENSE AとSENSE B間に電位差は生じず、0 Vが入力されます。これにより、ゼロアジャストは正しく行われます。

一方(b)のように、SENSE AとSOURCE AおよびSENSE BとSOURCE Bをそれぞれ接続し、AとB間を1つの経路で接続した場合、SENSE AとSENSE B間には $I \times R_{\text{Short}}$ の電圧が生じます。このため、擬似的に0Ωを接続した状態にならず、ゼロアジャストが正しく行われません。

表 1：接続方法

接続方法	 (a) SENSE-SOURCE 間をそれぞれ 一点で接続	 (b) A-B 間をそれぞれ一点で接続
SENSE A と SENSE B 間 の抵抗	$R_{SEA}+R_{SEB}$	$R_{SEA}+R_{Short}+R_{SEB}$
測定電流 I の 流れる経路	$R_{SOB} \rightarrow R_{SOA}$	$R_{SOB} \rightarrow R_{Short} \rightarrow R_{SOA}$
SENSE A と SENSE B 間 に生じる電圧	0	$I \times R_{Short}$
ゼロアジャスト 時の接続方法 として	正	誤

測定リードを使用してゼロアジャストを行う場合には

実際に測定リードを使用した状態でゼロアジャストを行う際、思いがけずに表 1 (b) のような接続をしてしまう場合があります。ゼロアジャストを行う際は、各端子の接続状態に十分注意する必要があります。

L2107 クリップ形リードの接続方法を例に説明します。正誤それぞれの接続方法におけるリード先端部の接続状態とその等価回路は表 2 の通りです。このように、正しい接続方法は表 1 (a) のような接続となり、SENSE A と SENSE B 間は 0 V となりますが、誤った接続方法は表 1 (b) のような接続となり、SENSE A と SENSE B 間が 0 V となりません。

表2：ゼロアジャスト時のクリップ形リード接続方法

接続方法	正	誤
リード先端部		
等価回路		
変形した等価回路		
ゼロアジャスト時の接続方法として	正	誤

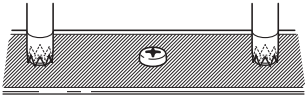
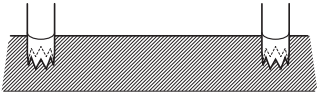
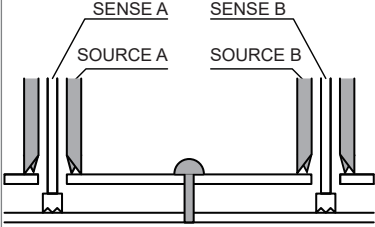
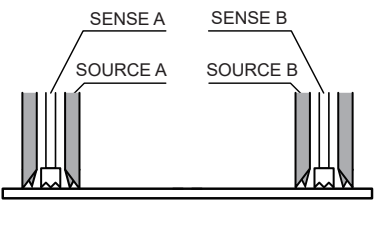
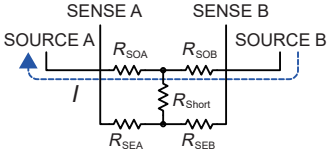
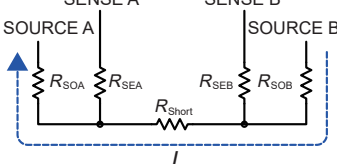
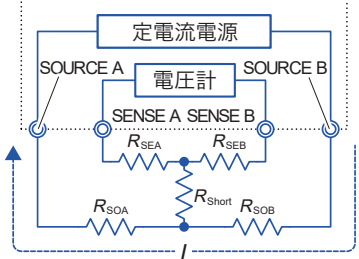
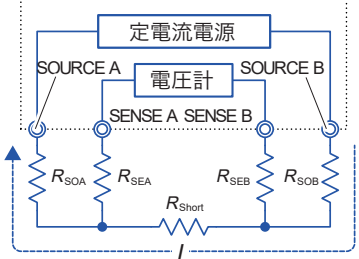
9454 ゼロアジャストボードを使用してゼロアジャストを行う場合には

ゼロアジャストを行う際、9454ゼロアジャストボードの代わりに、金属板などを用いることはできません。

9454ゼロアジャストボードは単なる金属板ではなく、2層の金属板を1点でネジ留めした構造になっています。ゼロアジャストボードは、9465-10 ピン形リードのゼロアジャストをする場合に使用します。

ピン形リードをゼロアジャストボードに接続した場合と金属板などに接続した場合の断面図および等価回路は表3の通りです。このように、ゼロアジャストボードで接続した場合、表1 (a) (p.付12) のような接続となり、SENSE AとSENSE B間は0 Vとなります。しかし、金属板などで接続した場合、表1 (b) (p.付12) のような接続となり、SENSE AとSENSE B間が0 Vとなりません。

表3：ゼロアジャスト時のピン形リード接続方法

接続方法	 9454 ゼロアジャストボードで 接続した場合	 金属板などで接続した場合
リード先端部		
等価回路		
変形した等価回路		
ゼロアジャスト時の接続方法として	正	誤

自作測定リードを使用する測定において、ゼロアジャストが難しい場合には

自作した測定リードを使用する測定系においてゼロアジャストを行うには、自作測定リードの先端を表1 (a) (p.付12) のように接続します。ただし、表1 (a) (p.付12) のように接続することが困難な場合、以下のような方法が挙げられます。

直流の抵抗測定器の場合

ゼロアジャストを行う主な目的は、測定器本体のオフセットを除去することです。このため、ゼロアジャストによって差し引かれる値は、ほとんど測定リードに依存しません。よって、標準測定リードを使用して表1 (a) (p.付12) のように接続し、ゼロアジャストを行った後、自作測定リードに付け換えることで、測定器本体のオフセットを除去した状態で測定することができます。

交流の抵抗測定器の場合 (HIOKI 3561、BT3562、BT3563などの場合)

ゼロアジャストを行う主な目的として、測定器本体のオフセットを除去することに加え、測定リード形状の影響を除去することが挙げられます。このため、ゼロアジャストをする場合には、自作測定リードをなるべく測定状態に近い形状で配置した後、表1 (a) (p.付12) のように接続し、ゼロアジャストを行う必要があります。ただし、弊社製品の場合、交流の抵抗測定においても、必要な分解能が $100\mu\Omega$ 以上ならば、直流の抵抗測定器と同様のゼロアジャスト方法で十分な場合があります。

付録8 測定値が安定しないとき

測定値が安定しない場合は、次の事項を確認してください。

1 誘導ノイズの影響

電源コードや蛍光灯、電磁弁、コンピュータのディスプレイなどからは、大きなノイズが発生しています。抵抗測定に影響を及ぼすノイズ源としては、

1. 高電圧線路からの静電結合
2. 大電流線路からの電磁結合

が考えられ、それぞれのノイズに対して、シールドあるいはケーブルをツイストする（撚る）ことが有効です。

高電圧線路からの静電結合

高電圧線路から流入する電流は、結合している静電容量に支配されます。例として、100 Vの商用電源ラインと抵抗測定用配線が、1pFで静電結合している場合、およそ38 nAの電流が誘起されます。

$$I = \frac{V}{Z} = 2\pi \cdot 60 \cdot 1\text{pF} \cdot 100\text{V}_{\text{RMS}} = 38\text{nA}_{\text{RMS}}$$

1 Ωの抵抗器を100 mAで測定する場合、この影響はわずか0.4ppmですので無視しても差し支えないでしょう。

一方、1MΩを0.5 μAで測定する場合8%の影響になります。このように、高電圧線路からの静電結合は高抵抗測定において注意すべきで、配線および測定対象を静電シールドすることが有効です（図1）。

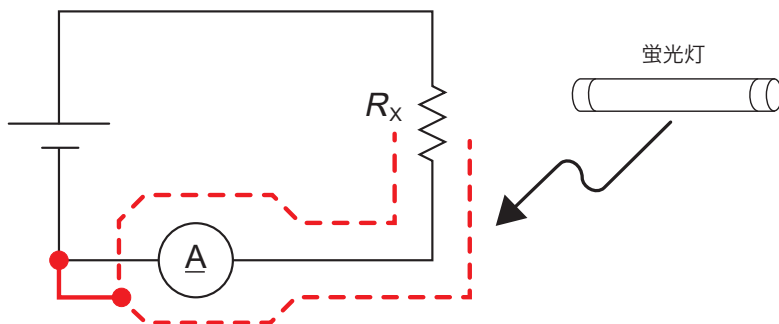


図1. 高電圧配線の近くでは静電シールド

大電流線路からの電磁結合

大電流線路からは磁界が発生しています。ターン数の大きなトランスやチョークコイルからは、更に大きな磁界が放出されます。磁界により誘起される電圧は、距離や面積に影響されます。1 Aの商用電源線から10cm離れた、10cm²のループにはおよそ0.75 μVの電圧が発生します。

$$v = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\mu_0 I S}{2\pi r} \right) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} f I}{r}$$

$$= \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 60\text{Hz} \cdot 0.001\text{m}^2 \cdot 1\text{A}_{\text{RMS}}}{0.1\text{m}} = 0.75 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$$

1mΩの抵抗器を1 Aで測定する場合、その影響は0.07%です。片や高抵抗測定では、検出電圧を大きくしやすいのでそれほど問題にはなりません。

電磁結合の影響は、ノイズを発生するラインと抵抗測定の電圧検出配線を離し、それぞれをツイストする事が有効です(図2)。

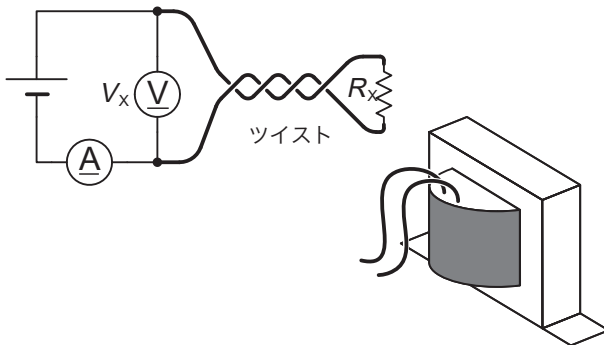


図2. 大電流配線の近くではツイスト

本器での誘導ノイズ対策

総じて、図3のように、シールドされた4本の配線をツイストし、測定対象およびシールドを Source B 端子へ接続してください。図3の配線は、本器付属のL2107 クリップ形リードと構造は異なりますが、測定に影響はありません。

また、本器の対策だけでなく、ノイズ源に対しても同様に対策することが大切です。ノイズ源となりうる周囲の大電流配線はツイストし、高電圧配線はシールドを施すとより効果的です。

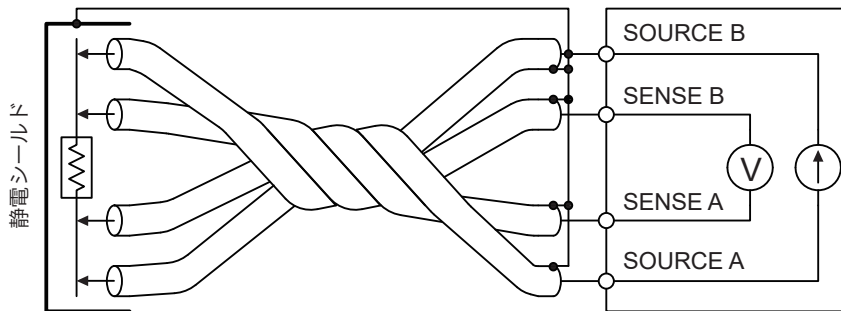


図3. 本器でノイズ対策

誘導ノイズが商用電源に起因する場合

商用電源に起因する誘導ノイズは、商用電源ラインや電源コンセントからだけでなく、蛍光灯や家電製品からも発生しています。商用電源に起因するノイズは使用している商用電源の周波数に依存し、50 Hzあるいは60 Hzの周波数で発生します。本器の積分時間は、50 Hz(20 ms)/60 Hz(16.6 ms)の整数倍のため、ノイズの影響をうけにくくなっています(図4)。それ以外の周波数成分のノイズが重畳されるような状況では、十分なノイズ対策を施し、アベレージ機能をご利用ください。

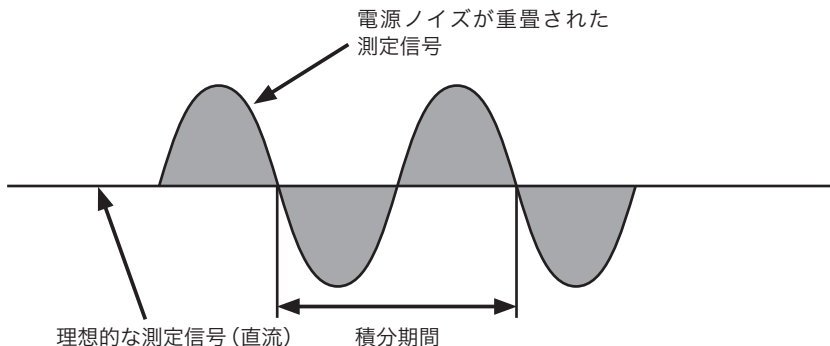


図4. 商用電源に起因するノイズ

2 クリップ形リードによる複数個所の接触

4端子法では、図5のように遠端から測定電流を流し、電流分布が一様になった内側で電圧を検出するのが望ましいとされています。

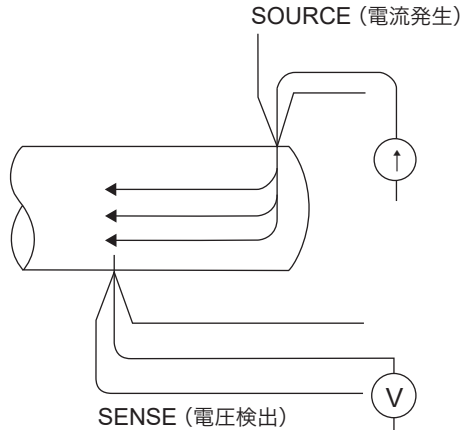


図5. 理想的な4端子法

測定の利便性から、HIOKI L2107 4端子プローブの先端はギザギザに加工してあります。クリップ個所を拡大すると、図6のように測定電流は複数個所から流れ出て、電圧も複数個所から検出することになります。このとき測定値は接触した幅の不確かさを持つことになります。

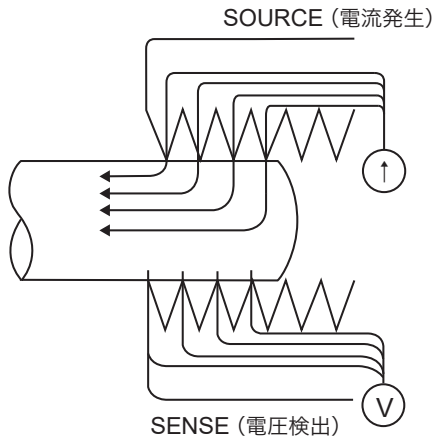


図6. L2107 4端子プローブを使った測定

測定値が安定しないとき

また、図7のように約 100 mm のリード線抵抗を測る場合、クリップの内側は 100 mm、一方クリップの外側は 110 mm あり、測定値は 10 mm (10%) の不確かさを持つことになります。これらが原因で測定値が安定しない場合は、なるべく点接触で測定すると安定性が高まります。

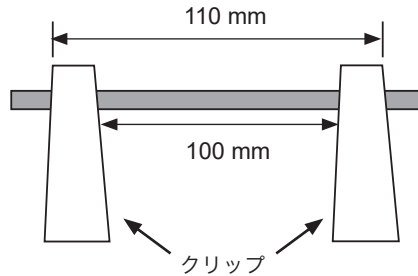


図7. 約 100 mm のリード線抵抗を測る場合

3 測定対象に幅や厚みがある場合

測定対象が板やブロックなどのように幅や厚みを持っている場合は、クリップ形リードやピン形リードでは正確な測定が難しくなります。これらを使用した場合、接触圧や接触角度により測定値は数%～数十%も変動することがあります。

たとえば W300 × L370 × t0.4 の金属板を測定した場合、同じ個所を測っても

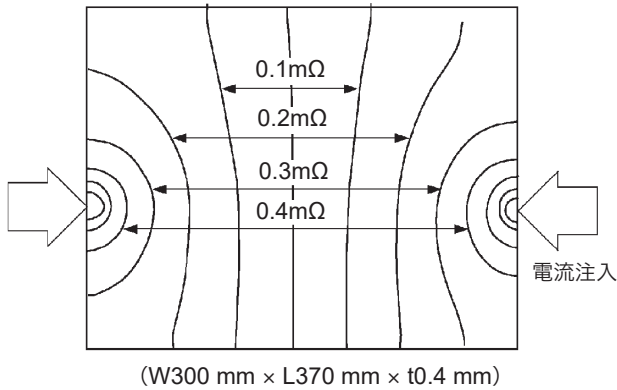
0.2 mm ピッチのピン形リード 1.1mΩ

0.5 mm ピッチのピン形リード 0.92 ～ 0.97mΩ

L2107 クリップ形リード 0.85 ～ 0.95mΩ

と測定値は大きく異なります。

この原因は、プローブと測定対象の接触抵抗などではなく、測定対象の電流分布にあります。



* 端点に1 Aの電流を注入し、50 μ Vごとに等電位線をプロット

図8. 金属板の等電位線

図8は金属板の等電位線をプロットした例です。ちょうど天気予報の気圧配置図と風の関係に似たように、等電位面の間隔が密な個所は電流密度が高く、疎な個所は電流密度が低くなっています。この図から、電流の注入点付近は、電位勾配が大きくなっていることが確認できます。これは、電流が金属板に広がっていく最中であり、電流密度が高くなっているためです。このため、電圧検出端子を電流注入点付近に配置すると、わずかな接触位置の違いで測定値が大きく変わってきてしまいます。このような影響を避けるためには、電流注入点の内側で電圧を検出することが望ましいとされています。概して、測定対象の幅 (W) あるいは厚み (t) 以上内側であれば、電流分布は一様になってきていると考えられます。図9のように、SENSE 端子はSOURCE 端子から $3W$ あるいは $3t$ だけ内側に配するのが好ましいでしょう。

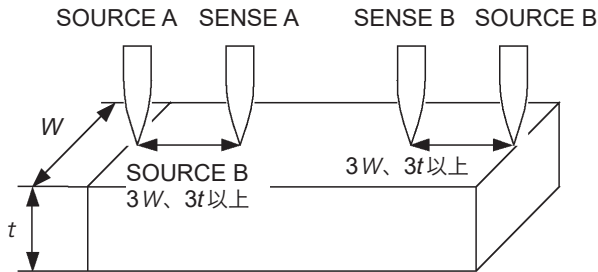


図9. 測定対象に幅や厚みがある場合のプロービング位置

測定値が安定しないとき

4 測定対象の温度が安定しない

銅線の抵抗は約0.4%/°Cの温度係数を持っています。銅線を手で持つだけで測定対象の温度が上昇し、抵抗値も上昇します。また、手を離すと温度が下がり、抵抗値も下降していきます。巻線の絶縁ワニス処理後は巻線温度が著しく上昇していて、この場合も抵抗値は高めになります。測定対象の温度がプローブと異なると、熱起電力も発生し誤差の原因となります。なるべく測定対象の温度が室温に馴染んでから測定してください。

5 測定対象が温まる

本器の測定対象への最大印加電力は、下記のとおりです。

熱容量の小さな測定対象は発熱して抵抗値が変わる場合があります。

レンジ [Ω]	3m	30m	300m		3	30	300	3k	30k	300k	3M	
測定電流 [A]	1		300 m		100 m		10 m	1 m		100 μ	5 μ	500 n
最大電力 [W]	3.5 m	35 m	31.5 m	3.5 m	35 m	3.5 m	0.35 m	3.5 m	350 μ	8.75 μ	875 n	

6 トランスやモータを測定している

トランスの空き端子にノイズが入ったり、モータの軸が動いたりすると、測定している巻線に電圧が誘導されて測定値がふらつく場合があります。トランスの空き端子の処理やモータの振動に注意してください。

7 大きなトランスやモータを測定している

大型のトランスやモータなど大きなインダクタンス成分を持った (Qが高い) 測定対象を測定すると測定値がふらつくことがあります。本器は測定対象に定電流を流して測定していますが、一般に無限大のインダクタンスに対して安定な定電流源を作ることはできません。大きなインダクタンスに対しても安定な定電流源は応答時間が犠牲になります。大きなトランスやモータを測定して抵抗値がふらつく場合には弊社にご相談ください。

8 4端子測定になっていない

4端子法による測定は、測定対象に接触する部分まで4本のプローブで接触する必要があります。図10のように測定すると、プローブと測定対象との接触抵抗も含めて測定してしまいます。

接触抵抗は金メッキ同士でも数mΩ、Niメッキ同士で数十mΩあります。

数 $k\Omega$ の抵抗測定であれば問題なさそうですが、プローブの先端が焦げて（酸化）きたり汚れてきたりすると、接触抵抗は $k\Omega$ のオーダーにもなることは稀ではありません。正確な測定のためには、測定対象に接触する部分まで確実に図 11 の 4 端子法にしてください。

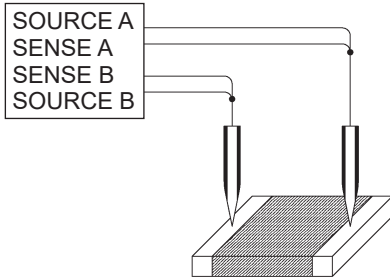


図 10. 2 端子測定

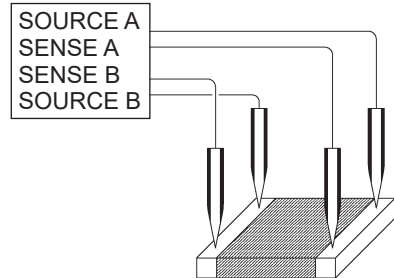


図 11. 4 端子測定

9 電流検出抵抗器（シャント抵抗器）の測定

2 端子構造の電流検出抵抗器をプリント配線板に実装して使用する際には、配線抵抗の影響を避けるために、図 12 のように電流配線と電圧検出配線を分離します。電流が検出抵抗器に一様に流れるようにするため、電流配線は電極と同じ幅だけ確保し、さらには電極の近傍では配線が曲がらないように工夫する必要があります（図 13）。一方、電流検出抵抗器の検査には、一般的にワイヤープローブが利用されます（図 14）。この場合、測定電流は注入点（SOURCE B）から徐々に電流検出抵抗器内に広がり、再びプローブの一点（SOURCE A）に戻ってきます（図 15）。電流注入点（SOURCE A、SOURCE B）は電流密度が高く、その近くに電圧端子（SENSE A、SENSE B）を配置すると、実装状態の抵抗値に比べて高くなる傾向にあります（図 16）。

測定値が安定しないとき

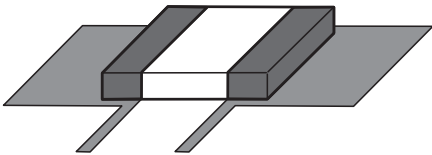


図 12. プリント配線板に実装された電流検出抵抗器

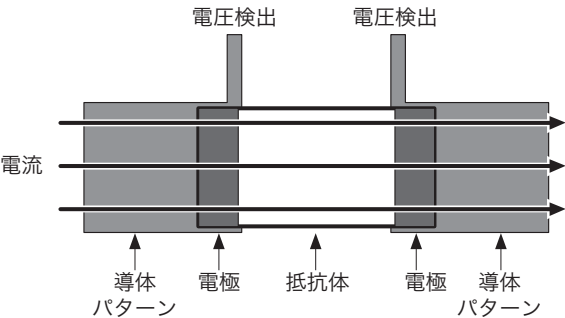


図 13. 実装状態での電流の流れ

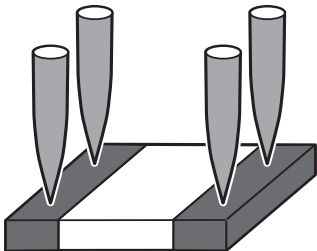


図 14. 検査状態のプローピング

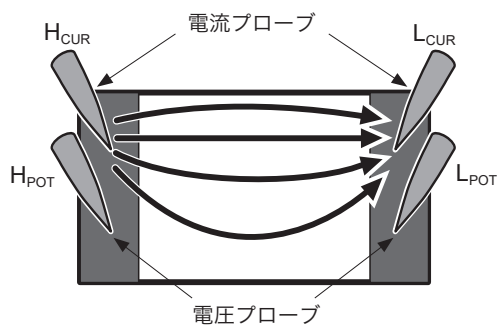


図 15. 検査状態の電流の流れ

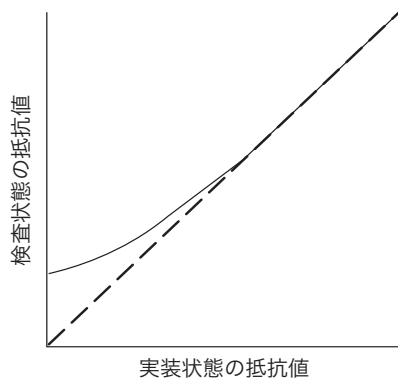


図 16. 実装状態と検査状態の差

付録9 プリント基板の短絡位置の検出

複数箇所の抵抗値を比較することで、プリント基板の短絡位置の推測に役立ちます。
(部品が未実装のもの)

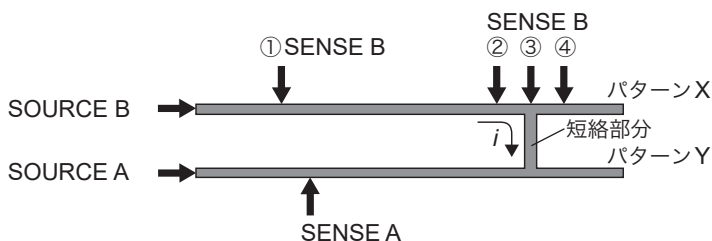
下記に示すようにパターンXとパターンYが短絡しているとします。

- 1 SOURCE AとSOURCE B**をそれぞれのパターンに接続します。
- 2 SENSE A**を**SOURCE A**の近くに、**SENSE B**を①の場所に接続します。
- 3 SENSE B**を①、②、③、④と移動しながら測定値を読みます。抵抗値の高い部分は、短絡位置から遠いことを意味します。**SOURCE B**端子、**SENSE B**端子を移動させながら、短絡箇所を類推してください。

例

- ① 20mΩ
- ② 11mΩ
- ③ 10mΩ
- ④ 10mΩ

以上の測定値から③の付近で短絡していることが推測できます。



付録10 測定リード (オプション) について

本器には次のオプションがあります。お買い求めの際は、お買上店 (代理店) か最寄りの営業拠点にご連絡ください。オプションは、変更になる場合があります。弊社ウェブサイトで最新の情報をご確認ください。

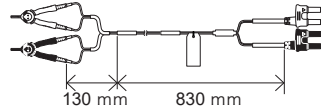
□ L2107 クリップ形リード

先端がクリップ形のリードです。クリップするだけで4端子測定ができます。

2また-プローブ間: 約130 mm

コネクタ-2また: 約830 mm

クリップ可能径: 約 $\phi 0.3 \sim 5.0$ mm



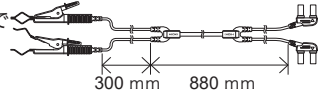
□ 9467 大径クリップ形リード

比較的太い棒状の接触部をもつ測定対象をクリップできます。クリップするだけで4端子測定できます。

2また-プローブ間: 約300 mm

コネクタ-2また: 約880 mm

最大クリップ径: 約 $\phi 28$ mm

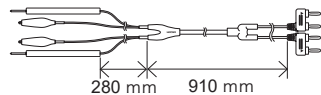


□ 9453 4端子リード

SOURCE端子がミノムシクリップ、SENSE端子がテストリード棒の4端子リードです。プリント基板のパターン抵抗や、SOURCE端子とSENSE端子を離して測定する場合にご使用ください。

2また-プローブ間: 約280 mm

コネクタ-2また間: 約910 mm



□ 9772 ピン形リード

測定対象に押し当てて測定できます。ピンを平行に並べた形状をしています。9465-10に比べてピン間隔が広いため、電流分布の影響を受けづらくなります。

「3 測定対象に幅や厚みがある場合」(p.付20)を参照してください。

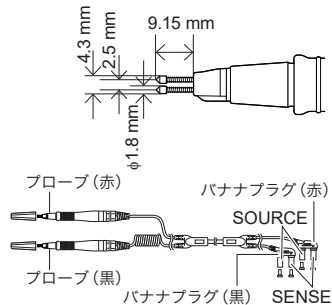
2また-プローブ間:

約100 mm (赤)、最大550 mm (黒)

コネクタ-2また間: 約1660 mm

初接触圧: 約60 g

全圧縮圧: 約230 g (ストローク 3 mm)



□ 9465-10 ピン形リード

測定対象に押し当てて測定できます。

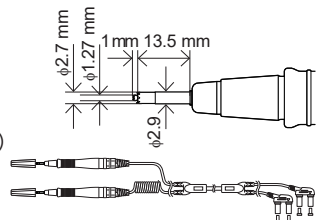
同軸構造で、中心がSENSE端子、外周がSOURCE端子となっています。

2また-プローブ間: 約100 mm (赤)、最大550 mm (黒)

コネクタ-2また間: 約1660 mm

初接触圧: 約190 g

全圧縮圧: 約250 g (ストローク 1 mm)



付録 11 校正について

校正条件

- 環境温湿度：23°C ± 5°C、80%rh以下
- 外部磁界：地磁気に近い環境
- リセットにて設定初期化

校正設備

校正設備として下記をご用意ください。

抵抗測定

設備	校正点	製造者	規格型名
標準抵抗器	1mΩ	アルファエレクトロニクス社製	CSR-1N0 相当品
標準抵抗器	10mΩ	アルファエレクトロニクス社製	CSR-10N 相当品
標準抵抗器	100mΩ	アルファエレクトロニクス社製	CSR-R10 相当品
マルチプロダクト校正器	3Ω	FLUKE 社製	5520A 相当品
マルチプロダクト校正器	30Ω	FLUKE 社製	5520A 相当品
マルチプロダクト校正器	300Ω	FLUKE 社製	5520A 相当品
マルチプロダクト校正器	3kΩ	FLUKE 社製	5520A 相当品
マルチプロダクト校正器	30kΩ	FLUKE 社製	5520A 相当品
マルチプロダクト校正器	300kΩ	FLUKE 社製	5520A 相当品
マルチプロダクト校正器	3MΩ	FLUKE 社製	5520A 相当品
抵抗測定リード		HIOKI	9453 4 端子リード

FLUKE 社製 5520A をご用意いただけない場合は、下記の設備をご利用ください。

設備	校正点	製造者	規格型名
標準抵抗器	1Ω	アルファエレクトロニクス社製	CSR-1R0 相当品
標準抵抗器	10Ω	アルファエレクトロニクス社製	CSR-100 相当品
標準抵抗器	100Ω	アルファエレクトロニクス社製	CSR-101 相当品
標準抵抗器	1kΩ	アルファエレクトロニクス社製	CSR-102 相当品
標準抵抗器	10kΩ	アルファエレクトロニクス社製	CSR-103 相当品
標準抵抗器	100kΩ	アルファエレクトロニクス社製	CSR-104 相当品
標準抵抗器	1MΩ	アルファエレクトロニクス社製	CSR-105 相当品

設備	校正点	製造者	規格型名
ダイヤル式抵抗器	30Ω ～ 300kΩ	アルファエレクトロニクス社製	ADR-6105M 相当品
ダイヤル式抵抗器	3MΩ	アルファエレクトロニクス社製	ADR-6106M 相当品

温度測定 (サーミスタ)

設備	校正点	製造者	規格型名
マルチプロダクト校正器	25°C、2186.0Ω	FLUKE 社製	5520A 相当品

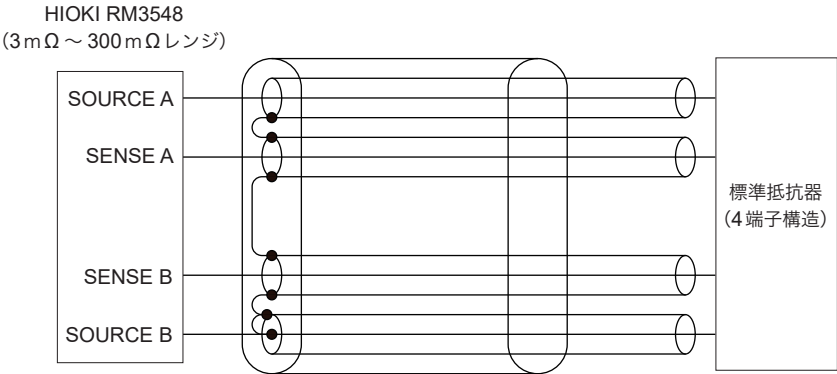
FLUKE 社製 5520A をご用意いただけない場合は、下記の設備をご利用ください。

設備	校正点	製造者	規格型名
ダイヤル式抵抗器	25°C、2186.0Ω	アルファエレクトロニクス社製	ADR-6105M 相当品

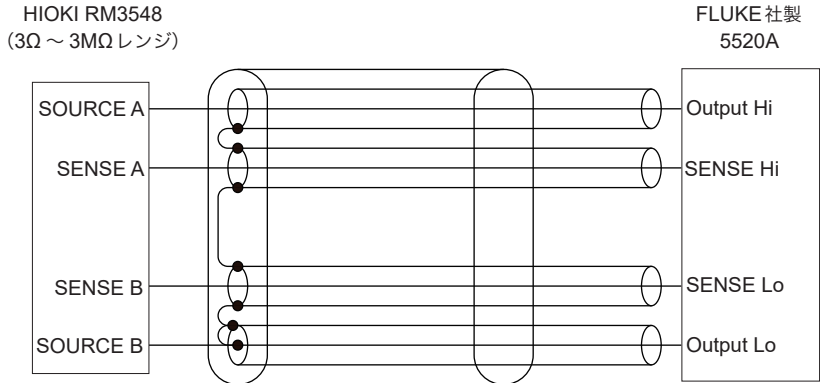
校正点

	レンジ	校正点	OVC
抵抗測定	3mΩ	0Ω、1mΩ	ON、OFF
	30mΩ	0Ω、10mΩ	ON、OFF
	300mΩ (300mA)	0Ω、100mΩ	ON、OFF
	300mΩ (100mA)	0Ω、100mΩ	ON、OFF
	3Ω	0Ω、1Ω または 3Ω	ON、OFF
	30Ω	0Ω、10Ω または 30Ω	ON、OFF
	300Ω	0Ω、100Ω または 300Ω	ON、OFF
	3kΩ	0Ω、1kΩ または 3kΩ	OFF
	30kΩ	0Ω、10kΩ または 30kΩ	OFF
	300kΩ	0Ω、100kΩ または 300kΩ	OFF
	3MΩ	0Ω、1MΩ または 3MΩ	OFF
温度測定 (サーミスタ)		25°C、2186.0Ω 入力	

接続方法



HIOKI 9453 4 端子リード



HIOKI 9453 4 端子リード



(極性はありません)

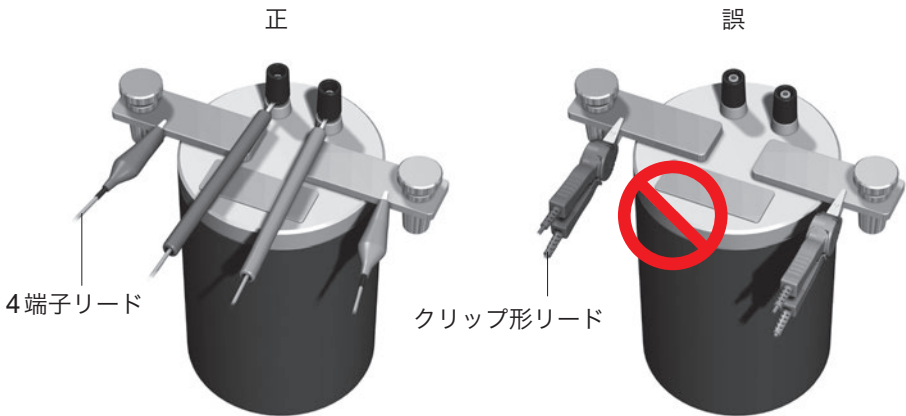
重要

- 0Ω校正の結線については、「付録7 ゼロアジャストについて」(p.付10)を参照ください。
- 校正時には、十分なノイズ対策が必要です。
ノイズが大きな状況では、測定値のばらつきやのずれが発生したり、測定異常検出機能が反応して測定値を表示しなくなったりします。
参照：「測定値が安定しないとき」(p.付16)
- 電圧検出端子に、ワニ口クリップを使用しないでください。熱起電力の影響で測定値がずれる場合があります。

YOKOGAWA 社製2792を利用して校正する場合

弊社別売の9453 4端子リードなどをご利用ください。

L2107クリップ形リードでは接続できませんのでご注意ください。



索引

記号

ΔT.....	24, 65, 付7
+	18
-	18

数字

0ADJ.....	19, 24, 46
4端子測定	付22
4端子法	付2
300 mA	24

A

ABSモード	59, 61
A.HOLD	24
A.MEMORY	24
APS	22
AUTO.....	19, 24
AVG	18, 24

B

BEEPSET	18
---------------	----

C

COMP	18, 24
COMP. OUT 端子.....	17
CSV ファイル.....	86

D

DATA.....	24
DATE	18
DELAY	18

E

ELAPSED	24
ENTER	18
ESC	18

H

Hi	24, 54, 58
HOLD.....	24

I

IN.....	24, 58
INTERVAL	24

L

L2107 クリップ形リード	
2, 3, 30, 38, 44, 45, 103, 付12, 付18,	
付19, 付20, 付27, 付31	
LENGTH	18, 24
Lo.....	24, 54, 58

M

M.BLOCK SEL.....	18
MEMORY	19
MEMORY CLEAR	19
MODE.....	19

O

OVC.....	18, 24, 25, 50
----------	----------------

P

PANEL	18
PERIOD.....	24

Q

Q&A	106
-----------	-----

R

RANGE.....	19, 24
READ	19
REF	24
REF%モード	59, 62

S

SAVE/CLEAR	18
START/STOP	19

T

TC.....	24, 付4
TC/ΔT.....	18
TEMP.SENSOR 端子.....	17

U

UPP	24
USB 端子	17
USB マスストレージ	84

V

VIEW	18, 22
------------	--------

あ

アベレージ	48
-------------	----

い

一般の抵抗測定	25
インターバル	
インターバル測定	23, 25
インターバルメモリ	77

お

オートパワーセーブ (APS)	33
オートメモリ	76
オートレンジ	37
オーバー検出機能	41, 97
オーバーレンジ	23, 40
お問い合わせ	106
オフセット電圧補正機能	50
温度換算	23, 25, 65, 付7
温度上昇試験	25, 65
温度補正	25, 49, 付4
温度補正用温度係数	24

か

回路保護検出機能	97
確度	94
温度測定	93
抵抗測定	91
下限値	22
画面構成	22

き

キー操作できない	106
基準値	62
許容範囲	62

く

クリーニング	105
クリップ形リード	付19

こ

校正	105, 付28
交流方式	付3
コネクタ	25
コンパレータ	58
点灯しない	106
コンピュータ	84

し

システム	87
自動車のアースライン	25
シャント抵抗	付23
上下限值	61
上限値	22
初期化	89
初期設定	90
信号用接点	25

す

スイッチ	25
ストラップ	28

せ

静電結合	付16
絶対値判定	59
セルフテスト	32
ゼロアジャスト	44, 付10
解除する	47
実行する	45

そ

操作キー	18
相対値判定	59
測定異常	40
測定画面	22
測定条件	43, 69
保存する	70
読み込む	71
測定対象	25, 付20
温まる	付22

温度が安定しない	付22
測定値	
安定させる	48
安定しない	108, 付16
確認する	39
判定する	58
表示されない	109
ホールドする	42
保存する	76
メモリする	42
測定データ	
消去	80
測定電流	25, 54
測定範囲	91
測定リード	9, 11, 30, 38, 付27
接続する	30, 38
測定レンジ	36
ソレノイド	25

た

断線	40
----------	----

ち

遅延時間の目安	53
チョークコイル	25
直流方式	付3

て

抵抗器	25
抵抗レンジ	36
ディレイ	52
電圧降下	付2
点検	34
電源	32
電磁結合	付17
電線	25
電池	17, 29
電池残量	22
電流異常	23
電流異常検出機能	41, 97
電流検出抵抗	付23
電力用接点	25

と

導体の長さ	67
導電性ゴム	25

導電性塗料	25
道路運送車両の保安基準	55
時計	
合わせる	88
トランス	25, 付22

な

長さ換算	23, 67
------------	--------

ね

熱起電力	50, 付8
------------	--------

の

ノイズ	付16, 付18
-----------	----------

は

廃棄	113
バックアップ電池	113
パネル	
内容を削除する	72
パネルセーブ	70
パネルロード	71
判定	58
判定音	63
判定方法	58

ひ

ヒータ	25
日付と時刻	87
ヒューズ	17, 23, 25, 112

ふ

プリント基板	付26
ブロック図	付1

ほ

ホールド	42
保護機能	23

ま

マニュアルメモリ	75
マニュアルレンジ	36

め

メモリ	73
メモリクリア	80, 89
メモリ表示	79
メモリブロック	74

も

モータ	25, 付22
-----------	---------

よ

溶接部	25
-----------	----

り

リセット	89
リレー接点	25

れ

レンジ	36
-----------	----

わ

ワイヤーハーネス	25
----------------	----

お問い合わせいただくときには、「お問い合わせシート」をご記入いただくと便利です。

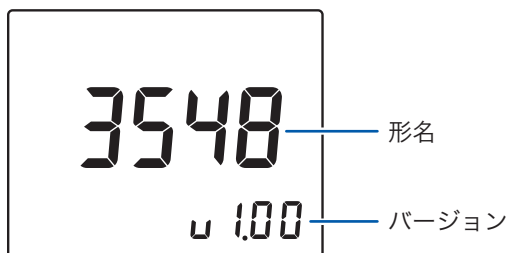
お問い合わせシートの活用例

- ・ お問い合わせシートを見ながらお電話をいただく。
- ・ お問い合わせシートをFAXにて送信していただく。
- ・ お問い合わせシートをE-mailに添付して送信いただく。

お問い合わせシートは弊社ウェブサイト (<http://www.hioki.co.jp>) からデータをダウンロードすることも可能です。

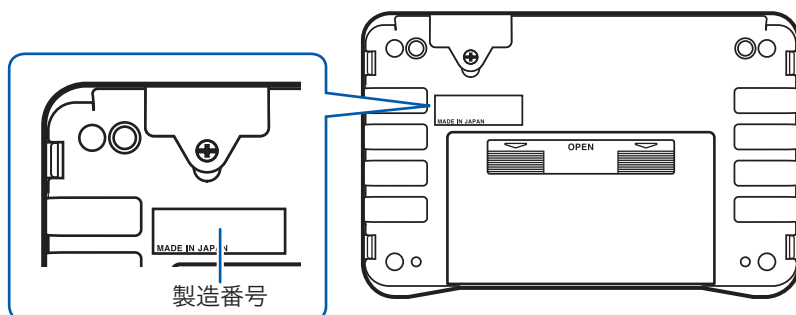
形名とバージョン

形名とバージョンは起動時に画面に表示されます。



製造番号

本器背面に記載されています。



お問い合わせシート＜測定用＞

年 月 日

ご芳名	ご使用製品の形名 RM3548 (バージョン:)
御社名	所属部署名
お電話番号	E-mail
	製造番号 HIOKI 対応者名

1. 期待していた動作

2. 期待していた動作との違い

- ☐ 値がふらつく Ω ~ Ω
☐ 値が異なる 期待する値 Ω
 実際の表示 Ω
☐ 値を表示しない 画面に と表示

3. 測定条件

- 測定器の使用状態 (例: 4年間、週2時間使用)

- ☐ 年間使用 (週 時間)
☐ その他 ()

- 測定対象 (例: パルストランス、モータの巻線)

- 測定リードは、

- ☐ HIOKI をそのまま使用
☐ HIOKI を改造
☐ 自作
☐ シールド有 / ☐ シールド無
 配線抵抗 片道 $m\Omega$
 長さ 片道 m

- 測定対象との接続方法

- ☐ 2端子接続
☐ 測定対象に4端子で接触
☐ その他 ()

- 他の機器の使用

- ☐ 無 ☐ Z2002 温度センサ
☐ その他 ()

- 機器の設定など (表示画面の写真でも可)

- 測定レンジ ☐ AUTO
☐ Ω レンジ
 温度補正 ☐ ON 温度係数 $ppm/^{\circ}C$
 基準温度 $^{\circ}C$
☐ OFF
 温度換算 ☐ ON k /
 初期温度 $^{\circ}C$
☐ OFF
 OVC ☐ ON ☐ OFF
 アベレージ ☐ ON (回) ☐ OFF
 ディレイ ☐ 初期設定 / ☐ 変更 ms
 電池残量 ☐  点灯 ☐  点灯
☐  点灯 ☐  点灯
 使用電池 ☐ 単三アルカリ電池
☐ その他 ()

測定対象の形状/測定の様子/システムの構成

＜図や写真などでご説明いただくと現状把握がスムーズになります。別紙でも構いません＞

保証書

HIOKI

形名	製造番号	保証期間
		購入日 年 月から 3 年間

お客様のご住所：〒

お名前：

お客様へのお願い

- ・保証書は再発行いたしませんので、大切に保管してください。
- ・「形名・製造番号・購入日」および「ご住所・お名前」をご記入ください。
- ※ご記入いただきました個人情報は修理サービスの提供および製品の紹介のみに使用します。

本製品は弊社の規格に従った検査に合格したことを証明します。本製品が故障した場合は、お買い求め先にご連絡ください。以下の保証内容に従い、本製品を修理または新品に交換します。ご連絡の際は、本書をご提示ください。

保証内容

- 保証期間中は、本製品が正常に動作することを保証します。保証期間は購入日から 3 年間です。購入日が不明な場合は、本製品の製造年月（製造番号の左 4 桁）から 3 年間を保証期間とします。
- 本製品に AC アダプターが付属している場合、その AC アダプターの保証期間は購入日から 1 年間です。
- 測定値などの確度の保証期間は、製品仕様にて別途規定しています。
- それぞれの保証期間内に本製品または AC アダプターが故障した場合、その故障の責任が弊社にあると弊社が判断したときは、本製品または AC アダプターを無償で修理または新品と交換します。
- 以下の故障、損傷などは、無償修理または新品交換の保証の対象外とします。
 - 1. 消耗品、有寿命部品などの故障と損傷
 - 2. コネクター、ケーブルなどの故障と損傷
 - 3. お買い上げ後の輸送、落下、移設などによる故障と損傷
 - 4. 取扱説明書、本体注意ラベル、刻印などに記載された内容に反する不適切な取り扱いによる故障と損傷
 - 5. 法令、取扱説明書などで要求された保守・点検を怠ったことにより発生した故障と損傷
 - 6. 火災、風水害、地震、落雷、電源の異常（電圧、周波数など）、戦争・暴動、放射能汚染、そのほかの不可抗力による故障と損傷
 - 7. 外観の損傷（筐体の傷、変形、退色など）
 - 8. そのほかその責任が弊社にあるとみなされない故障と損傷
- 以下の場合は、本製品を保証の対象外とします。修理、校正などもお断りします。
 - 1. 弊社以外の企業、機関、もしくは個人が本製品を修理した場合、または改造した場合
 - 2. 特殊な用途（宇宙用、航空用、原子力用、医療用、車両制御用など）の機器に本製品を組み込んで使用することを、事前に弊社にご連絡いただかない場合
- 製品を使用したことにより発生した損失に対しては、その損失の責任が弊社にあると弊社が判断した場合、本製品の購入金額までを補償します。ただし、以下の損失に対しては補償しません。
 - 1. 本製品を使用したことにより発生した被測定物の損害に起因する二次的な損害
 - 2. 本製品による測定の結果に起因する損害
 - 3. 本製品と互いに接続した（ネットワーク経由の接続を含む）本製品以外の機器への損害
- 製造後一定期間を経過した製品、および部品の生産中止、不測の事態の発生などにより修理できない製品は、修理、校正などをお断りすることがあります。

サービス記録

年月日	サービス内容

日置電機株式会社

<https://www.hioki.co.jp/>



18-06 JA-3

HIOKI

www.hioki.co.jp/

本社 〒386-1192 長野県上田市小泉 81

製品のお問い合わせ



0120-72-0560

TEL 0268-28-0560 FAX 0268-28-0569

9:00 ~ 12:00, 13:00 ~ 17:00
土・日・祝日を除く

info@hioki.co.jp

修理・校正のお問い合わせ

ご依頼はお買上店（代理店）または最寄りの営業拠点まで
お問い合わせはサービス窓口まで

TEL 0268-28-1688 cs-info@hioki.co.jp

2103 JA

編集・発行 日置電機株式会社

Printed in Japan

- ・ CE 適合宣言は弊社ウェブサイトからダウンロードできます。
- ・ 本書の記載内容を予告なく変更することがあります。
- ・ 本書には著作権により保護される内容が含まれます。
- ・ 本書の内容を無断で転記・複製・改変することを禁止します。
- ・ 本書に記載されている会社名・商品名などは、各社の商標または登録商標です。



国内拠点