



# Li-ion 電池の信頼性判定 10秒

充放電不要の低周波 AC-IR 測定で、バッテリーセルの内部抵抗検査時間を大幅短縮

# 高速・高精度・安定測定



## 高速

## 低周波 AC-IR 測定で測定時間が速い

### 充放電がいらぬ

これまで、バッテリーセルの内部抵抗測定 (DC-IR 測定) は、予備充電を行ってから大電流を流し、電圧降下を測定するという手順でした。

しかし、予備充電には通常数分～数十分の時間が必要です。

**BT4560** は、1Hz 以下の低周波で内部インピーダンスを測定 (**AC-IR 測定**) することで充放電を不要にし、バッテリーセル測定時間の大幅な短縮を可能にしています。

### 速さの違い

バッテリーセル内部抵抗測定にかかる時間の比較

#### 従来の DC-IR 測定

充放電含め、数十分～約 1 時間かかる

#### BT4560 の AC-IR 測定

測定時間 約 10 秒\*

※測定周波数 1Hz の場合

バッテリーインピーダンスメータ BT4560 は、低周波測定により Li-ion バッテリセルの検査時間を大幅に短縮。高速かつ高精度な判定が可能です。

## 高精度・安定測定

## 確かな性能で高い信頼性を約束

### 超低インピーダンス測定

最小 3 mΩ レンジでノイズにも強い

確度：±0.4% rdg. ±8 dgt.\*  
最小分解能：0.1 μΩ

※測定スピード [SLOW] で純抵抗測定時

従来のバッテリーテストの測定電流は 0.1A ですが、BT4560 では 15 倍の 1.5A で S/N 比を改善。

ノイズに強くなったことで、HV/PHV 用の低インピーダンスバッテリーも確実に測定できます。



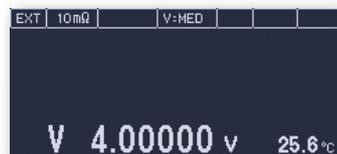
### 高精度 DC 電圧測定

ハイエンド機にせまる電圧測定精度

確度：±0.0035% rdg. ±5 dgt.  
最小分解能：10 μV

従来確度(±0.01%rdg. ±3 dgt.) を大きく上回る高精度で電圧測定が可能。

これまでの電圧精度では満足し得なかった場面でも、高い精度の電圧測定を約束します。



### 接触抵抗に強い回路構成

接触抵抗や配線抵抗の影響を受けにくい回路構成で安定した測定を実現。プローブのケーブル長は 4m まで対応可能で、従来よりも生産ラインでのケーブル引き回しの自由度が高くなります。

### 電池にダメージを与えず測定

BT4560 の AC-IR 測定は、小電流負荷のため、電池に無用なダメージを与えることなく、信頼性の高い測定が可能です。

## 用途にあわせた 2 種類の専用プローブ

4 端子対構造の専用プローブで、環境ノイズや引き回しの影響を受けにくく安定した測定が可能。

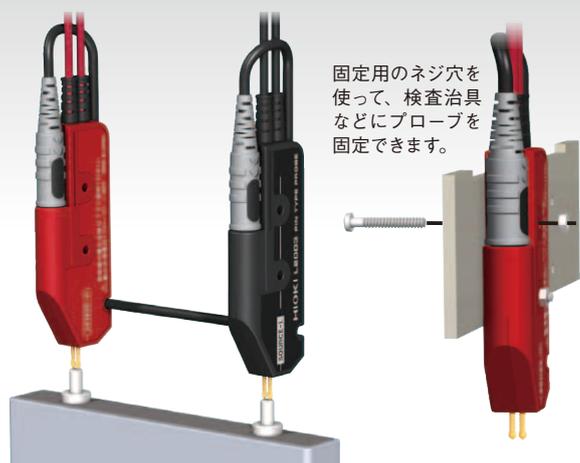
### クリップ形プローブ L2002

ラミネートタイプのバッテリー測定用



### ピン形プローブ L2003

ライン組み込みほか、様々なタイプのバッテリー測定用

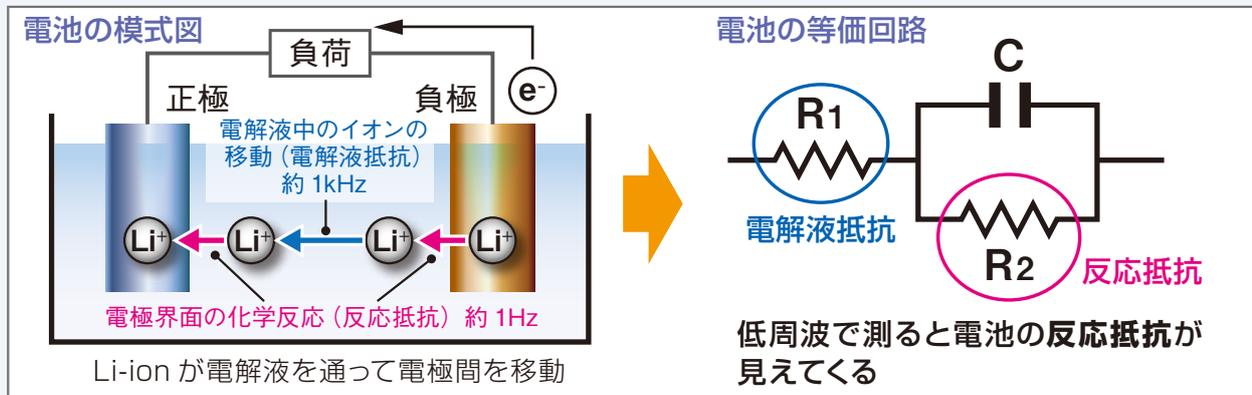


※プローブの先端形状については、別途お問い合わせください

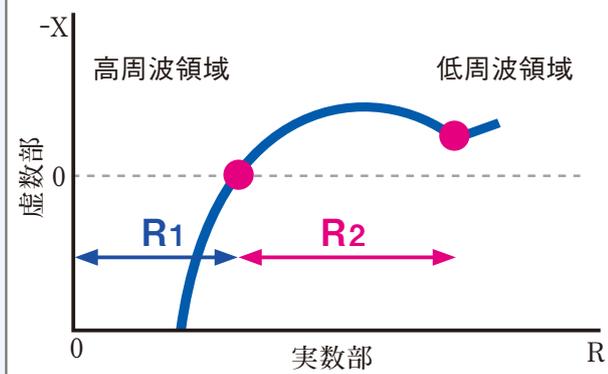
# 充放電出力特性(DC-IR) 検査の代替測定【低周波 AC-IR 測定】のすすめ

## 低周波測定で見えてくるもの

### 電池の電気化学的特性と Cole - Cole Plot



### Cole - Cole Plot



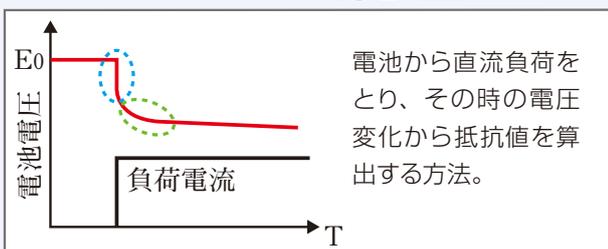
### 高周波と低周波の2点測定

従来のバッテリーテストは 1kHz の周波数測定で、電池の電解液抵抗のみを見ていましたが、1Hz 程度の低周波で測る事により、電極界面の反応抵抗も見ることが出来ます。

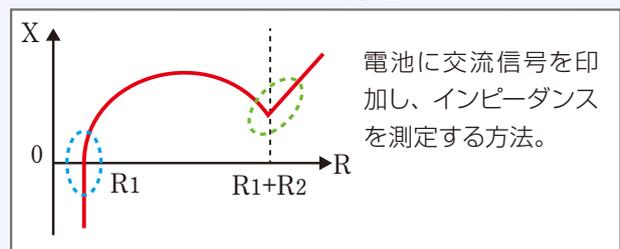
**BT4560** は、高周波と低周波の2点間測定により、電解液抵抗と反応抵抗の両方を調べることでバッテリーセルの品質を担保。リチウムイオンバッテリーモジュールの高品質化・長寿命化に貢献します。

## DC-IR 測定と低周波 AC-IR 測定の相関

### DC-IR 測定



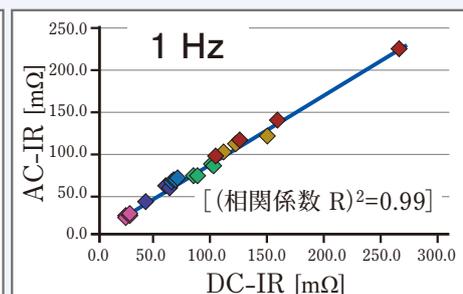
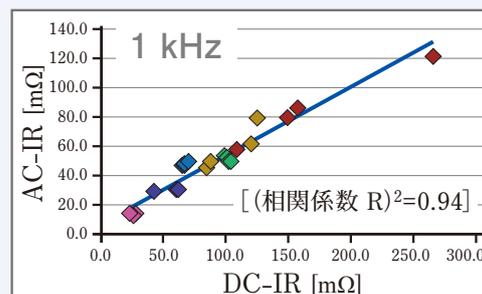
### AC-IR 測定



※ 速い反応に起因する応答 遅い反応に起因する応答



複数の Li-ion 電池を用いて、DC-IR と AC-IR の測定値の相関を調べると…



DC-IR と低周波 AC-IR の測定値には強い相関が認められる → DC-IR の代替測定として有効

# BT4560 の特長・機能

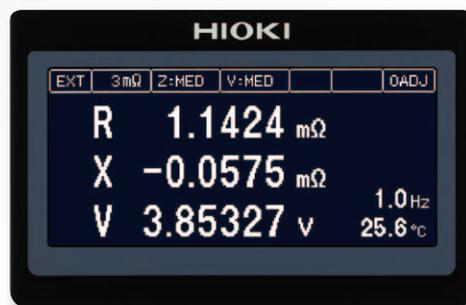
## 1台でコンパクト

負荷装置不要でシステムを組む必要が無く、本器一台で簡単に測定ができます。



## インピーダンスと電圧の同時測定

インピーダンス測定と高精度 DC 電圧測定を同時に行ない、タクトタイムを短縮。



## セルフキャリブレーション機能

回路内部のオフセット電圧やゲインドリフトなどを補正し、電圧測定精度を向上させます。

## サンプルデレイ機能※

交流印加からサンプリング開始までの遅延時間を設定し、応答が安定してから測定を開始します。

## 交流印加時の充放電防止機能※

測定対象の充放電を防ぐため、印加測定信号をゼロクロスで終了させる処理を行う機能です。

## 電位勾配補正機能※

電池の特性や計測器の入力インピーダンスにより測定信号がドリフトする場合、直線的なドリフトに対して補正を行います。

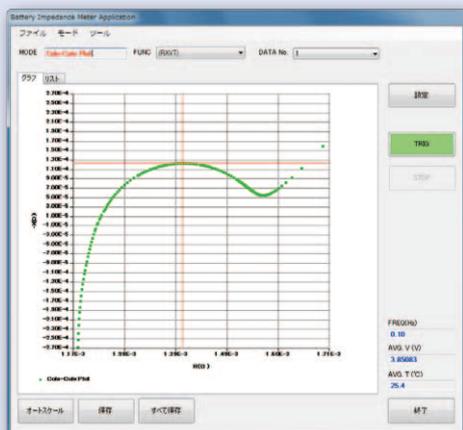
## 温度測定機能

低周波で測る反応抵抗は温度に敏感です。オプションの温度センサでバッテリー周辺の温度測定を行ない、データとひも付け管理することで、測定値の信頼性向上につなげます。

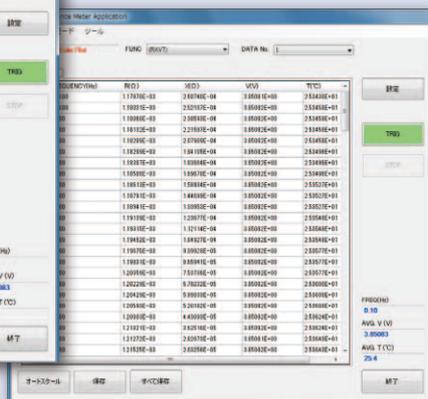
※インピーダンス測定時に使用できる機能

## PC アプリケーションによる Cole - Cole Plot

標準付属の PC アプリケーションを使って、測定や Cole - Cole Plot の書き出しができます。任意の測定周波数の選択や、テキスト形式での測定数値の書き出しも可能です。



Cole - Cole Plot 描画面

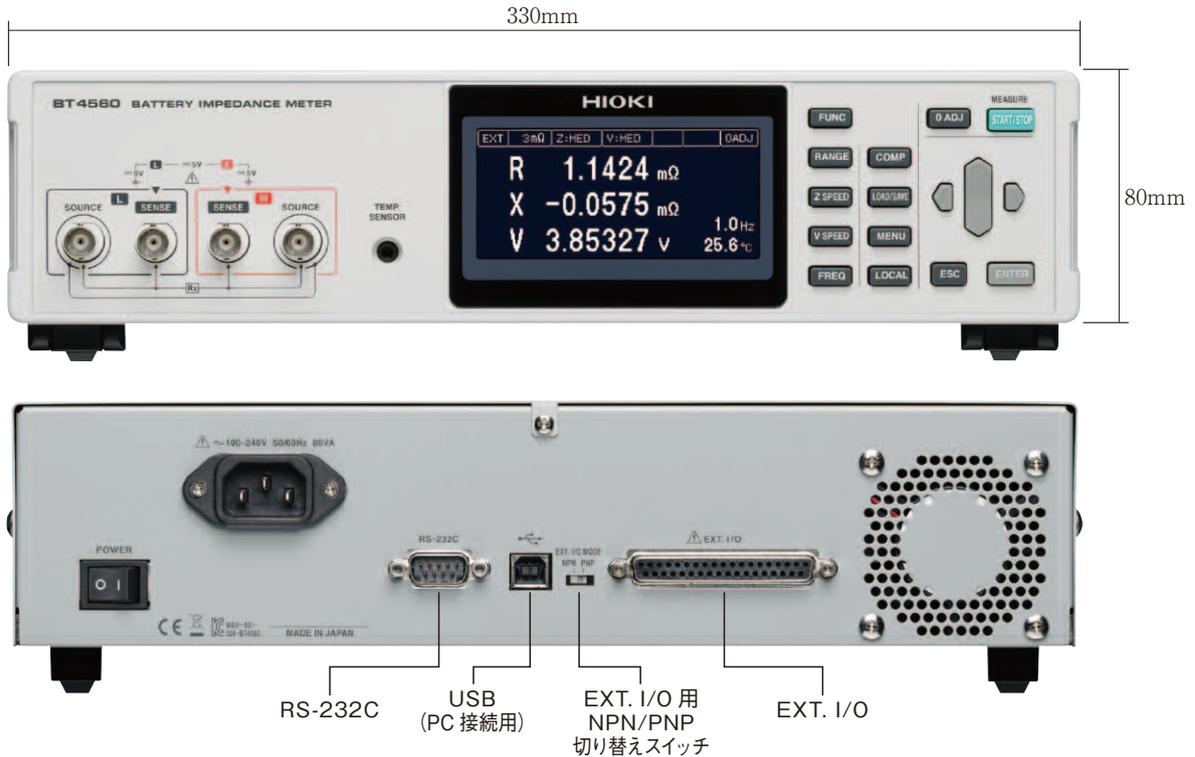


Cole - Cole Plot 取得データ画面



測定画面

# 自動機・生産ライン組み込みに対応



## 自動機で使いやすい各種機能

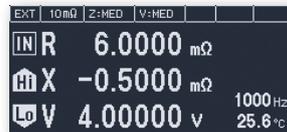
### ■ コンタクトチェック機能

測定前後にプローブの接触抵抗を監視することで、被測定物にプローブの測定用電極が接触していない状態での測定を防ぎます。



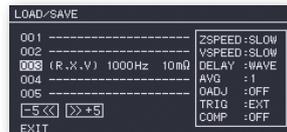
### ■ コンパレータ機能

- インピーダンスと電圧を同時判定
- 総合判断結果出力
- 2音色ブザーで判定確認



### ■ パネルセーブ・ロード機能

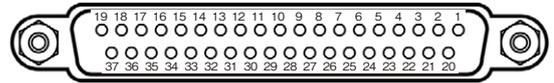
最大 126 通りの測定条件を本体に保存でき、EXT. I/O から呼び出して測定できます。



### ■ NPN/PNP 切り替えスイッチ

EXT. I/O の入出力回路を、電流シンク出力 (NPN) または電流ソース出力 (PNP) に対応するよう、切り替えられます。

### ■ 外部制御用入出力端子 (EXT. I/O)



ピン	信号名	I/O	機能
1	START (TRIG)	IN	測定スタート (外部トリガ)
2	O ADJ_ALL	IN	オールゼロアジャスト
3	STOP	IN	測定停止
4	LOAD 1	IN	ロード番号 Bit 1
5	LOAD 3	IN	ロード番号 Bit 3
6	LOAD 5	IN	ロード番号 Bit 5
7	使用しない	-	-
8	ISO_5V	-	絶縁電源 +5V (-5V) 出力
9	ISO_COM	-	絶縁電源コモン
10	ERR	OUT	測定異常
11	RorZ_HI	OUT	抵抗判定結果 Hi インピーダンス判定結果 Hi
12	RorZ_LO	OUT	抵抗判定結果 Lo インピーダンス判定結果 Lo
13	V_IN	OUT	電圧判定結果 IN
14	Xorθ_HI	OUT	リアクタンス判定結果 Hi 位相角判定結果 Hi
15	Xorθ_LO	OUT	リアクタンス判定結果 Lo 位相角判定結果 Lo
16	使用しない	-	-
17	使用しない	-	-
18	PASS	OUT	判定結果 PASS
19	使用しない	-	-
20	O ADJ_SPOT	IN	スポットゼロアジャスト
21	CAL	IN	セルフキャリブレーション実行
22	LOAD 0	IN	ロード番号 Bit 0
23	LOAD 2	IN	ロード番号 Bit 2
24	LOAD 4	IN	ロード番号 Bit 4
25	LOAD 6	IN	ロード番号 Bit 6
26	使用しない	-	-
27	ISO_COM	-	絶縁電源コモン
28	EOM	OUT	測定終了
29	INDEX	OUT	測定参照信号
30	RorZ_IN	OUT	抵抗判定結果 IN インピーダンス判定結果 IN
31	V_HI	OUT	電圧判定結果 Hi
32	V_LO	OUT	電圧判定結果 Lo
33	Xorθ_IN	OUT	リアクタンス判定結果 IN 位相角判定結果 IN
34	使用しない	-	-
35	使用しない	-	-
36	使用しない	-	-
37	FAIL	OUT	判定結果 FAIL

## 精度仕様

### インピーダンス測定精度

○ 3 mΩ レンジ (0.1 Hz ~ 100 Hz)、10 mΩ レンジ、100 mΩ レンジ

$$R \text{ 精度} = \pm(0.004 |R| + 0.0017 |X|) [\text{m}\Omega] \pm a$$

$$X \text{ 精度} = \pm(0.004 |X| + 0.0017 |R|) [\text{m}\Omega] \pm a$$

(R、Xの単位は[mΩ]、aは以下表のとおり)

$$Z \text{ 精度} = \pm 0.4\% \text{ rdg.} \pm a (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

$$\theta \text{ 精度} = \pm 0.1^\circ \pm 57.3 \frac{a}{Z} (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

(aは以下表のとおり)

○ 3 mΩ レンジ (110 Hz ~ 1050 Hz)

$$R \text{ 精度} = \pm(0.004 |R| + 0.0052 |X|) [\text{m}\Omega] \pm a$$

$$X \text{ 精度} = \pm(0.004 |X| + 0.0052 |R|) [\text{m}\Omega] \pm a$$

(R、Xの単位は[mΩ]、aは以下表のとおり)

$$Z \text{ 精度} = \pm 0.4\% \text{ rdg.} \pm a (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

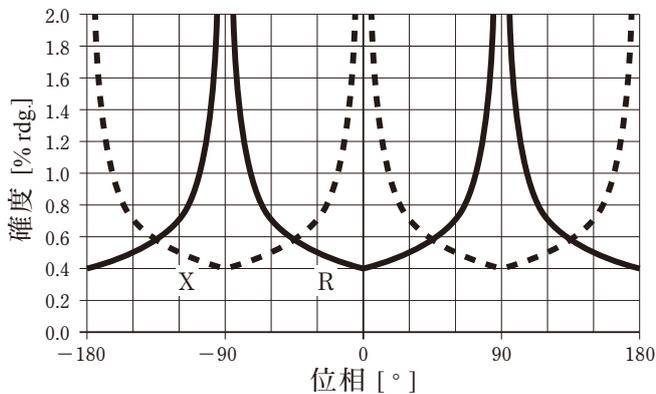
$$\theta \text{ 精度} = \pm 0.3^\circ \pm 57.3 \frac{a}{Z} (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$$

(aは以下表のとおり)

		3 mΩ レンジ	10 mΩ レンジ	100 mΩ レンジ
a	FAST	25 dgt.	60 dgt.	60 dgt.
	MED	15 dgt.	30 dgt.	30 dgt.
	SLOW	8 dgt.	15 dgt.	15 dgt.
温度係数		R: ±R 精度 × 0.1 / °C, X: ±X 精度 × 0.1 / °C, Z: ±Z 精度 × 0.1 / °C, θ: ±θ 精度 × 0.1 / °C, (0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°Cにおいて適用)		

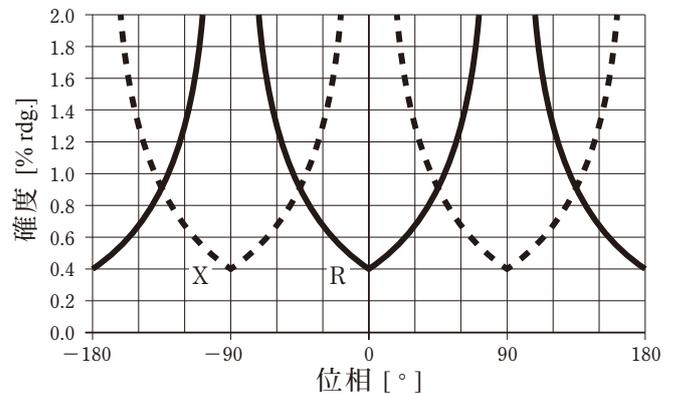
### 精度グラフ

■ 3 mΩ レンジ (0.1 Hz ~ 100 Hz)、10 mΩ レンジ、100 mΩ レンジ



aを除いたインピーダンス精度 (0.004|R|+0.0017|X|, 0.004|X|+0.0017|R|)

■ 3 mΩ レンジ (110 Hz ~ 1050 Hz)



aを除いたインピーダンス精度 (0.004|R|+0.0052|X|, 0.004|X|+0.0052|R|)

### 電圧測定精度 (セルフキャリブレーション実行時)

V	表示範囲	- 5.10000 V ~ 5.10000 V
	分解能	10 μV
電圧精度	FAST	±0.0035% rdg. ±5 dgt.
	MED	±0.0035% rdg. ±5 dgt.
	SLOW	±0.0035% rdg. ±5 dgt.
温度係数	±0.0005% rdg. ±1 dgt. / °C (0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°Cにおいて適用)	

### 温度測定精度 (BT4560 + 温度センサ Z2005)

精度	±0.5°C (測定温度: 10.0°C ~ 40.0°C) ±1.0°C (測定温度: -10.0°C ~ 9.9°C, 40.1°C ~ 60.0°C)
温度係数	温度係数: ±0.01°C / °C (本器温度: 0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°Cにおいて適用)

# BT4560 仕様 (確度保証期間:1年、調整後確度保証期間:1年)

測定項目	インピーダンス, 電圧, 温度
<b>インピーダンス測定</b>	
測定パラメータ	R 抵抗, X リアクタンス, Z インピーダンス, $\theta$ 位相角
測定周波数	0.1 Hz ~ 1050 Hz
周波数設定 分解能	0.10 Hz ~ 0.99 Hz 0.01 Hz ステップ 1.0 Hz ~ 9.9 Hz 0.1 Hz ステップ 10 Hz ~ 99 Hz 1 Hz ステップ 100 Hz ~ 1050 Hz 10 Hz ステップ
測定レンジ	3.0000 m $\Omega$ , 10.0000 m $\Omega$ , 100.000 m $\Omega$

測定電流 / 直流負荷 (直流負荷: インピーダンス測定時に測定対象に加わるオフセット電流)

	3 m $\Omega$ レンジ	10 m $\Omega$ レンジ	100 m $\Omega$ レンジ
測定電流	1.5 Arms $\pm$ 10%	500 mArms $\pm$ 10%	50 mArms $\pm$ 10%
直流負荷電流	1 mA 以下	0.35 mA 以下	0.035 mA 以下

測定波数

	FAST	MED	SLOW
0.10 Hz ~ 66Hz	1 波	2 波	8 波
67 Hz ~ 250Hz	2 波	8 波	32 波
260 Hz ~ 1050Hz	8 波	32 波	128 波

**電圧測定**

測定レンジ	5.00000 V (単レンジ)
分解能	10 $\mu$ V
測定時間	FAST : 0.1 s MED : 0.4 s SLOW : 1.0 s

※セルフキャリブレーション実行時は  
0.21 s 加算

**温度測定**

表示範囲	- 10.0 $^{\circ}$ C ~ 60.0 $^{\circ}$ C
分解能	0.1 $^{\circ}$ C
測定時間	2.3 s

測定ファンクション	(R,X,V,T)/(Z, $\theta$ ,V,T)/(R,X,T)/(Z, $\theta$ ,T)/(V,T)
機能	コンパレータ, セルフキャリブレーション, サンプルディレイ, アベレージ, 電圧リミット, インピーダンス測定時電位勾配補正, 交流印加時充放電防止, キーロック, システムテスト, パネルセーブ・ロード (最大 126 通り)
測定異常検出	コンタクトチェック, 測定電流異常, 測定物の電圧ドリフト, 過電圧入力, 電圧リミット
インタフェース	RS-232C/USB (仮想 COM ポート) ※同時使用不可 伝送速度: 9,600bps/19,200bps/38,400bps
EXT. I/O	TRIG, LOAD, Hi, IN, Lo 他 (NPN/PNP 切り替え可能)
入力可能電圧	最大 5 V
使用温湿度範囲	0 $^{\circ}$ C ~ 40 $^{\circ}$ C, 80% rh 以下 (結露しないこと)
保存温湿度範囲	- 10 $^{\circ}$ C ~ 50 $^{\circ}$ C, 80% rh 以下 (結露しないこと)
使用場所	屋内使用, 汚染度 2, 高度 2,000 m まで
電源	定格電源電圧: AC100 V ~ 240 V 定格電源周波数: 50/60 Hz
定格電力	80 VA
絶縁耐力	AC1.62 kV, 1 min, カットオフ電流 10 mA ([電源端子一括] - [保護接地] 間)
適合規格	安全性: EN61010 EMC: EN61326, EN61000-3-2, EN61000-3-3
寸法・質量	約 330W $\times$ 80H $\times$ 293D mm (突起物含まず) 約 3.7 kg
付属品	電源コード $\times$ 1, 取扱説明書 $\times$ 1, ゼロアジャスト ボード $\times$ 1, USB ケーブル (A-B タイプ) $\times$ 1, CD-R (通信取扱説明, PC アプリケーション ソフトウェア, USB ドライバ) $\times$ 1

## 本体価格



製品名: バッテリインピーダンスメータ BT4560

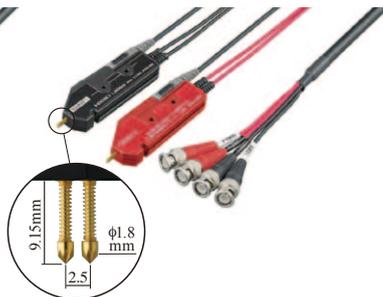
形名(発注コード) (価格)  
BT4560 ..... ¥ 500,000 (税抜き)

測定用プローブは付属されておりません。測定用途に応じてオプションのプローブをご購入ください。

## オプション



クリップ形プローブ L2002  
ケーブル長 1.5 m  
¥60,000 (税抜き)



ピン形プローブ L2003  
ケーブル長 1.5 m  
¥60,000 (税抜き)



温度センサ Z2005  
ケーブル長 1 m  
¥20,000 (税抜き)



RS-232C ケーブル 9637  
PC 接続用, 9pin - 9pin, クロス,  
1.8 m  
¥1,500 (税抜き)

## 日置電機株式会社

■このカタログ中で使用している会社名および製品名は、それぞれ各社の登録商標もしくは商標です。  
■校正書類は別途ご発注願います。海外へ持ち出される場合は注意事項があります。詳しくは弊社HPをご確認ください。

本 社 TEL 0268-28-0555 FAX 0268-28-0559  
〒386-1192 長野県上田市小泉 81

東 北 ( 営 ) TEL 022-288-1931 FAX 022-288-1934  
〒984-0011 仙台市若林区六丁の目西町 8-1

長 野 ( 営 ) TEL 0268-28-0561 FAX 0268-28-0569  
〒386-1192 長野県上田市小泉 81

首都圏(営) TEL 03-5256-2731 FAX 03-5256-2732  
〒101-0021 東京都千代田区外神田 1-18-13 秋葉原ダイビル 13F

横浜オフィス TEL 045-470-2400 FAX 045-470-2420  
〒222-0033 横浜市港北区新横浜 2-7-4

厚木オフィス TEL 046-223-6211 FAX 046-223-6212  
〒243-0018 神奈川県厚木市中町 3-13-8

北関東(営) TEL 048-266-8161 FAX 048-269-3842  
〒333-0847 埼玉県川口市芝中田 2-23-24

静 岡 ( 営 ) TEL 054-280-2220 FAX 054-280-2221  
〒422-8041 静岡市駿河区中田 3-1-9

名古屋(営) TEL 052-462-8011 FAX 052-462-8083  
〒450-0001 名古屋市中村区那古野 1-47-1 名古屋国際センタービル 24F

大 阪 ( 営 ) TEL 06-6380-3000 FAX 06-6380-3010  
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 1-17-26

広島オフィス TEL 082-879-2251 FAX 082-879-2253  
〒731-0122 広島市安佐南区中筋 3-28-13

福 岡 ( 営 ) TEL 092-482-3271 FAX 092-482-3275  
〒812-0006 福岡市博多区上牟田 3-8-19

お問い合わせは ...