

## 3532-80 ケミカルインピーダンスメータ

3532-80 CHEMICAL IMPEDANCE METER

回路素子測定器



**JIS R 1661** : 2004

『ファインセラミックスイオン伝導体の導電率測定方法』に対応

**燃料電池・固体電解質  
電気化学インピーダンス測定**



## 固体電解質のイオン導電率測定

JIS R 1661は、「ファインセラミックスイオン伝導体の導電率測定方法」として、試験片形状、電極材料の選択・付与方法、測定方法、測定器への要求事項などを規定した規格です。3532-80は、測定器に要求される項目を満たしていますので、JIS R 1661 に対応した測定を行うことができます。さらに、3532-80は交流4端子法で電気化学分野のインピーダンス測定に威力を発揮します。



ISO14001  
JQA-E-90091



[www.hioki.co.jp](http://www.hioki.co.jp)

お問い合わせは... [info@hioki.co.jp](mailto:info@hioki.co.jp)まで

# 各種電池・燃料電池・固体電解質・電解質膜・電極の評価に

電気化学分野における交流インピーダンス測定を低コストでご提供。

- F** 測定周波数：4Hz～1MHz
- V** 測定信号レベル：5mV～5V
- R** 入力抵抗：2M ±5%
- C** C M R R：50dB（4Hz～100kHz）

## イオン導電率( )を含め15種類の測定

、 $|Z|$ 、 $|Y|$ 、 $R_p$ 、 $R_s$ (ESR)、 $G$ 、 $X$ 、 $B$ 、 $L_p$ 、 $L_s$ 、 $C_p$ 、 $C_s$ 、 $D(\tan)$ 、 $Q$ の15パラメータの測定ができます。

## イオン導電率測定

ジルコニア、アルミナなどの固体電解質のイオン導電率が交流4端子法で測定できます。

## 電池測定

電池等の直流電位をもつ試料も安定した測定ができます。  
(±10Vmax)

### 高分解能・高精度

フル5桁表示の高分解能測定、しかも基本確度は±0.08%の高精度で測定できます。

### 広範囲な測定周波数

4Hz～1MHzの広範囲における周波数帯域を高分解能で設定できます。(～1kHzは100mHz分解能、～1MHzは4桁分解能)

### プリンタ出力

オプションの9422プリンタで、測定データのプリントや画面のハードコピーが可能です。

### 30通りの測定条件をメモリ

30通りの測定条件をメモリできます。また、5通り測定条件の連続実行が可能です。

### 4項目同時測定

全パラメータの中から、観測したいパラメータを最大4つまで表示できます。

### 広範囲な信号レベル

5mV～5Vの広範囲における測定信号レベルを1mV分解能で設定できます。

## 3532-80 確度表 (確度保証期間6か月)

条件：温湿度範囲23 ±5、80% rh以下(結露のないこと)、電源投入後60分以上経って、オープン、ショート補正実行後、9262テストフィクスチャ使用、測定信号レベル0.501V～1.000V、測定スピードSLOW 2。

測定範囲と確度は、使用するテストフィクスチャ、測定信号レベル、測定スピードにより異なります。

レンジ	インピーダンス	4～99.99 Hz	100.0 Hz～1.000 kHz	1.001～10.00 kHz	10.01～100.0 kHz	100.1 k～1.000 MHz
100 M	200 M	A=4 B=4	A=2 B=2			
	10 M	A=2.5 B=2	A=1 B=1.5			
10 M	10 M	A=0.8 B=0.4	A=0.4 B=0.2	A=1 B=0.5		
	1 M	A=1 B=0.2	A=0.25 B=0.1	A=1 B=0.5		
1 M	1 M	A=0.4 B=0.05	A=0.15 B=0.05	A=0.3 B=0.08	A=3 B=1	
	100 k	A=0.3 B=0.1	A=0.15 B=0.02	A=0.3 B=0.08	A=3 B=0.5	
100 k	100 k	A=0.35 B=0.01	A=0.08 B=0.01	A=0.15 B=0.01	A=0.25 B=0.04	A=0.4 B=0.3
	10 k	A=0.25 B=0.01	A=0.05 B=0.01	A=0.08 B=0.01	A=0.15 B=0.02	A=0.3 B=0.3
10 k	10 k	A=0.35 B=0.01	A=0.08 B=0.01	A=0.2 B=0.02	A=0.3 B=0.03	A=0.3 B=0.03
	1 k					
1 k	1 k	A=0.25 B=0.005	A=0.05 B=0.005	A=0.08 B=0.02	A=0.15 B=0.02	A=0.15 B=0.02
	100					
100	100	A=0.35 B=0.02	A=0.08 B=0.02	A=0.2 B=0.02	A=0.3 B=0.03	A=0.3 B=0.03
	10	A=0.25 B=0.01	A=0.05 B=0.01	A=0.08 B=0.02	A=0.15 B=0.02	A=0.15 B=0.02
10	10	A=0.4 B=0.04	A=0.2 B=0.03	A=0.2 B=0.03	A=0.2 B=0.03	A=0.4 B=0.1
	1	A=0.3 B=0.1	A=0.1 B=0.02	A=0.15 B=0.02	A=0.15 B=0.02	A=0.3 B=0.05
1	1	A=0.7 B=0.4	A=0.4 B=0.3			A=1 B=1
	100 m	A=1 B=0.2	A=0.25 B=0.2			A=0.7 B=0.5
100 m	100 m	A=4 B=4	A=3 B=2			
	10 m	A=2.5 B=2	A=2 B=1			

上側 A:  $|Z|$  の基本確度 (± % rdg.)  
下側 A: の基本確度 (± deg.)  
Bは試料のインピーダンスに関する係数

1 k レンジ以上と 100 レンジ以下では、確度の計算式が下に示すように異なります。

1 k レンジ以上・・・

$$\text{確度} = A + \frac{B \times |10 \times Z_x - \text{レンジ}|}{\text{レンジ}}$$

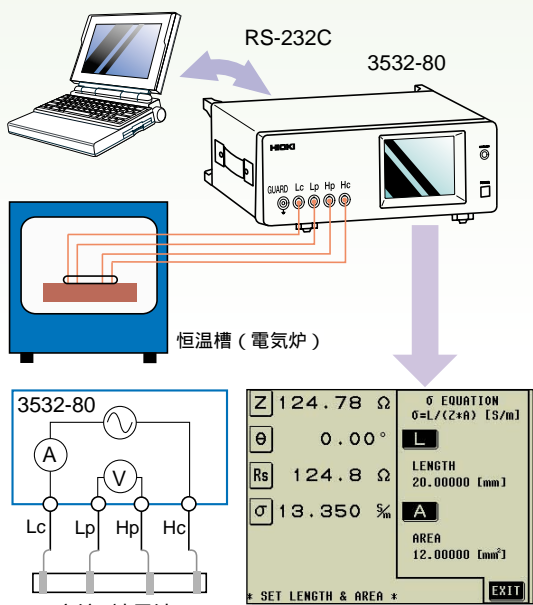
100 レンジ以下・・・

$$\text{確度} = A + \frac{B \times |\text{レンジ} - Z_x| \times 10}{\text{レンジ}}$$

Zxは試料のインピーダンス実測値 ( $|Z|$ )

## 固体電解質のイオン導電率測定

固体電解質のイオン導電率測定として交流4端子測定が用いられる場合があります。交流4端子測定は分極の影響や界面インピーダンスの影響を受けないため、正確にイオン導電率を求めることができる測定方法です。試料片の長さや断面積を入力し、イオン導電率が直読できます。また、入力インピーダンスを2Mと高くし、固体電解質と電極間に生じる接触抵抗の影響を軽減しています。



交流4端子法  
試料：アルミナ・ジルコニア

## JIS R 1661と3532-80の対応表

項目	JIS R 1661	3532-80	
範囲	適用できる導電率の範囲 1~1000 S/m	測定範囲 8.4000 μS/m~160.00 kS/m (L=20mm, A=12mm <sup>2</sup> )	
測定方法	交流4端子方式	交流4端子方式	
測定器	有効数字	3桁以上	5桁
	入力抵抗	1M以上が望ましい	2M ±5%
	入力容量	20 pF以下が望ましい	20 pF以下
	共通モード電圧の影響	1/100以下が望ましい	1/316以下(50 dB以上)
測定項目	測定用導線の影響	補償する機能をもつことが望ましい	ショート/オープン補正機能付
	測定項目	インピーダンスの絶対値と位相、又は、実効抵抗とリアクタンス成分が測定できることが望ましい	インピーダンスの絶対値:  Z , 位相: φ, 実効抵抗: Rs, リアクタンス: X, その他:  Y , Cs, Cp, D(tan φ), Ls, Lp, Q, Rp, G, B
測定電圧	500 mV以下	5 mV~5 Vrms(1mVステップ) 10 μA~99.99 mArms	
測定周波数	100 Hz~10 kHz	4 Hz~1 MHz	
計算方法	$= \frac{L}{R \times A}$ : 固体イオン導電率 (S/m) L: 電圧端子間距離 (m) R: 実効抵抗値 (Ω) =  Z  A: 試験片の断面積 (m <sup>2</sup> )	$= \frac{L}{ Z  \times A}$ L, Aを入力し、φを直読	

### 仕様

測定パラメータ	Z 、 Y 、φ、Cs、Cp、D(tan φ)、Ls、Lp、Q、Rs(ESR)、Rp、G、X、B、インピーダンス  Z  で規定
測定レンジ	100 m / 1 / 10 / 100 / 1 k / 10 k / 100 k / 1 M / 10 M / 100 M
測定範囲  Z	10.00 m ~ 200.00 M (5桁)
R, X	±10.00 m ~ ±200.0 M (4桁)
φ	-180.00° ~ +180.00° (0.01°分解能)
C	0.3200 pF ~ 1.0000 F (5桁) 1
L	16.000 nH ~ 750.00 kH (5桁) 1
D	0.00001 ~ 9.99999 (6桁)
Q	0.01 ~ 999.99 (0.01°分解能)
Y	5.0000 nS ~ 99.999 S (5桁)
G, B	±5.000 nS ~ ±99.99 S (4桁)
	8.4000 μS/m ~ 160.00 kS/m (L=20mm, A=12mm <sup>2</sup> ) 2
基本確度	Z: ±0.08% rdg. φ: ±0.05°
出力インピーダンス	50 ±10
アベレージ	OFF、2、4、8、16、32、64
パネルセーブ、ロード	最大 30 (測定条件の保存、呼び出し)
外部プリンタ	9442プリンタ(オプション)
外部インタフェース	GP-IB、RS-232C (選択オプション)
使用温湿度範囲	0~40、80% rh以下、結露なきこと
保存温湿度範囲	-10 ~ 55、80% rh以下、結露なきこと
確度保証保存温湿度範囲	23 ±5、80% rh以下、結露なきこと
使用場所	高度2000m以下、屋内
電源	AC 100V / 120V / 220V / 240V ±10% (セレクトラブル) 50 / 60 Hz
最大定格電力	50 VA
付属品	電源コード、電源予備ヒューズ(100~120Vは250VF1.0AL、200~240Vは250VF0.5AL)、接地アダプタ
寸法・質量	約348W × 113H × 273D mm • 5.7 kg

1 L, Cの測定範囲は、測定周波数との値により変わります。  
2 の測定範囲はL(試料の長さ) A(試料の断面積)の値により変わります。

### 【アナログ計測時間】

$$T_f(s) = 1 \div \text{測定周波数}$$

周波数	FAST	NORMAL	SLOW	SLOW2
4.0~30.0Hz	T <sub>f</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>f</sub> × 2	T <sub>f</sub> × 4
30.01~99.9Hz	T <sub>f</sub>	T <sub>f</sub> × 4	T <sub>f</sub> × 8	T <sub>f</sub> × 16
100.0~300.0Hz	T <sub>f</sub>	T <sub>f</sub> × 16	T <sub>f</sub> × 32	T <sub>f</sub> × 64
300.1Hz~1.000kHz	T <sub>f</sub>	T <sub>f</sub> × 16	T <sub>f</sub> × 64	T <sub>f</sub> × 128
1.001~3.000kHz	T <sub>f</sub>	T <sub>f</sub> × 32	T <sub>f</sub> × 128	T <sub>f</sub> × 256
3.001~30.00kHz	10ms	160ms	320ms	640ms
30.01kHz~1.000MHz	1ms	16ms	64ms	128ms

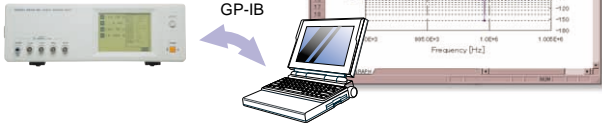
- 電圧検出部: 入力抵抗; 2M ±5%  
入力容量; 20pF以下  
CMRR; 50dB以上 (4Hz~100kHz)  
最大入力電圧、対地間最大定格電圧; ±10Vmax
- 測定周波数: 4Hz~1MHz(確度: ±0.005%以下)  
4.0~999.9Hz(100mHzステップ)  
1.000~9.999k Hz(1Hzステップ)  
10.00~99.99kHz(10Hzステップ)  
10.00kHz~1.000 MHz(100 Hzステップ)
- 測定レベル:  
[V, CV]: 5mV~5 V rms(1mVステップ)  
最大短絡電流; 100 mA rms  
設定確度; ±10% ±10mV  
[CC]: 10 μA~99.99 mA rms(10 μAステップ)  
最大電圧; 5 V rms  
設定確度; ±10% ±10 μA
- 適合規格: EMC EN61326-1:1997+A1:1998  
EN61000-3-2:1995+A1:1998+A2:1998  
EN61000-3-3:1995  
安全性 EN61010-1:1993+A2:1995  
電源部 ; 汚染度 2、測定カテゴリ II  
(予想される過渡過電圧2500 V)  
測定端子部 ; 汚染度 2、測定カテゴリ I  
(予想される過渡過電圧330 V)



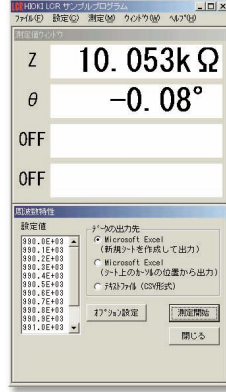
# 測定データの解析・処理を効率的に。

## パソコンでの制御・データ取込み

オプションの9593-01 RS-232Cインタフェース、または9518-01 GP-IBインタフェースを装着し、電源ON/OFFを除く、本体の機能をすべてパソコン側でコントロールできます。測定データは、パソコンに取り込み、市販されている表計算ソフトなどを利用してグラフ化することができます。



RS-232Cインタフェースを介して、パソコン側で設定した周波数、電圧、電流をスイープさせながら測定データをエクセルにファイルできるサンプルソフトがございます。弊社ホームページよりダウンロードいただけます。  
<http://www.hioki.co.jp/>



本体と同様、4項目まで選択しモニターできます。この表示項目のデータをファイルします。

スイープする周波数の設定、データの出力先などの設定ができます。その他、リターンごとにデータ出力することも可能です。

## 燃料電池用計測器のご紹介

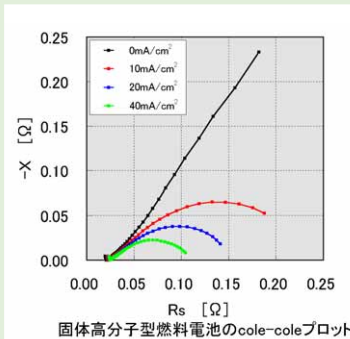
## 燃料電池の通電状態での内部インピーダンス測定(3522-50特殊仕様)

標準品としての使用ができなくなりますので注意してください。

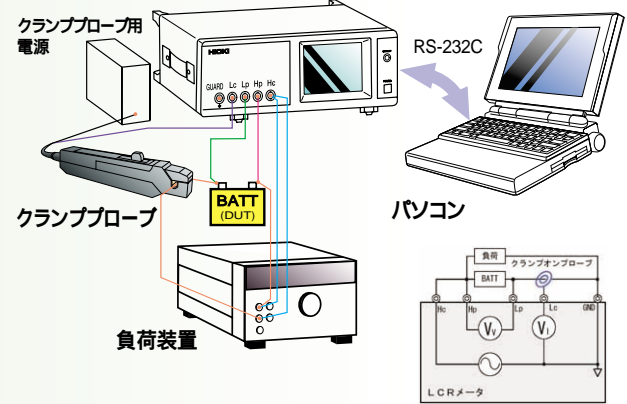
燃料電池などの開発において、通電状態における内部インピーダンス特性を測定する場合、電子負荷装置とFRAを組み合わせて評価をしています。LCRハイトスタで測定しようとした場合、電池に対し負荷（電子負荷装置のインピーダンス）が並列に接続されるため、正確な電流検出ができません。

そこで、LCRハイトスタ内部の電流検出回路の代わりに、外部に弊社クランプオンプローブを用いて電流検出を行なうことで、通電状態での測定を可能としました。

固体高分子型燃料電池の通電状態でのコールコールプロット測定結果を示します。



### 3522-50 LCRハイトスタ 通電状態のインピーダンス測定仕様

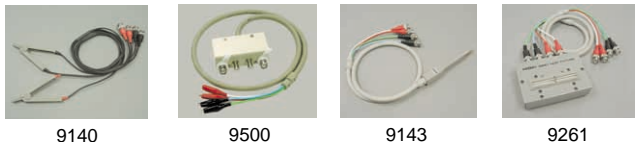


負荷電流：最大30 ADC	測定周波数：1 mHz ~ 10 kHz
試料電圧：最大1.5 V	測定信号レベル：最大160 mArms
電子負荷：低ノイズ品	測定範囲：10m ~ 1

## 価格

3532-80 ケミカルインピーダンスメータ..... ¥450 000  
(税込価格 ¥472 500)

プローブ、テストフィクスチャは本体には付属されていません。オプションのプローブ、テストフィクスチャを選択してください。



オプション	(税込価格)
9140 4端子プローブ	¥20,000(¥21,000)
9500 4端子プローブ	¥58,000(¥60,900)
9143 ピンセットプローブ	¥45,000(¥47,250)
9261 テストフィクスチャ	¥70,000(¥73,500)
9262 テストフィクスチャ(直結型)	¥40,000(¥42,000)

オプション	(税込価格)
9263 SMDテストフィクスチャ(直結型)	¥80,000(¥84,000)
9593-01 RS-232Cインタフェース	¥38,000(¥39,900)
9518-01 GP-IBインタフェース	¥45,000(¥47,250)
9442 プリント	¥57,000(¥59,850)
9446 接続ケーブル(プリンタ用)	¥8,000(¥8,400)

オプション	(税込価格)
9443-01 ACアダプタ(プリンタ用、日本用)	¥11,000(¥11,550)
9443-02 ACアダプタ(プリンタ用、EU用)	¥11,000(¥11,550)
9443-03 ACアダプタ(プリンタ用、アメリカ用)	¥11,000(¥11,550)
1196 記録紙(25m、10巻)	¥7,800(¥8,190)

ご購入時に成績表および校正証明書希望されるお客様は、別途ご発注をお願いします。



日置電機株式会社

本社 TEL 0268-28-0555 FAX 0268-28-0559  
〒386-1192 上田市小泉8-1  
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 上田市小泉8-1  
東京(営) TEL 03-5835-2851 FAX 03-5835-2852  
特販課 TEL 03-5835-2855 FAX 03-5835-2856  
〒101-0032 千代田区岩本町2-3-3

北関東(営) TEL 048-266-8161 FAX 048-269-3842  
〒333-0847 川口市芝中田2-23-24  
神奈川(営) TEL 046-224-8211 FAX 046-224-8992  
〒243-0016 厚木市田村町8-8  
静岡(営) TEL 054-254-4166 FAX 054-254-3160  
〒420-0054 静岡市南安倍1-3-10  
名古屋(営) TEL 052-702-6807 FAX 052-702-6943  
〒465-0081 名古屋市名東区高岡町22  
大阪(営) TEL 06-6871-0088 FAX 06-6871-0025  
〒560-0085 豊中市上新田2-13-7  
広島(営) 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...

修理・校正業務のご利用は弊社まで... ISO/IEC 17025 認定取得

日置エンジニアリングサービス株式会社

〒386-1192 上田市小泉81  
TEL 0268-28-0823 FAX 0268-28-0824

