

Keysight Technologies

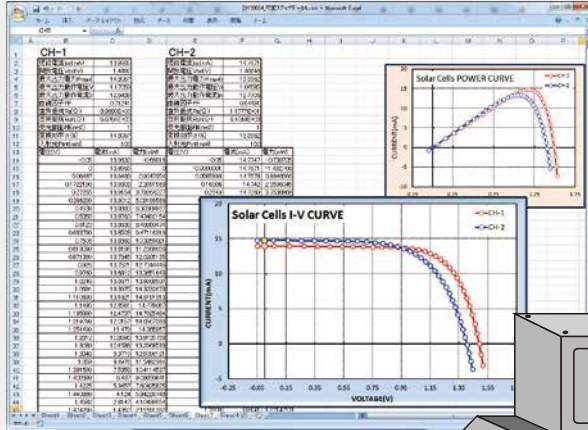
# B2900A/Bシリーズ用

For B2900A/B series

# 太陽電池 I-V測定ソフト

Software for solar cells I-V measurement

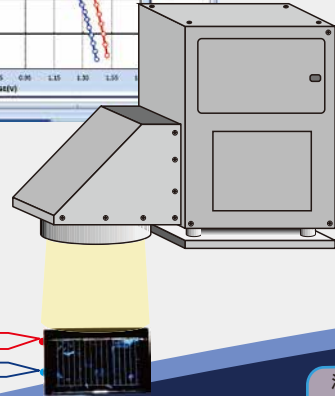
太陽電池の総合評価！  
Overall judgement of a solar cell



GP-IB



Keysight B2900A/B Series



測定練習用のSiセル  
が付属しています。



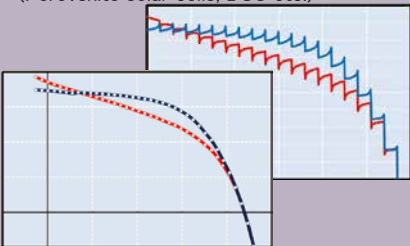
Size:22mmx7mm

Software feature

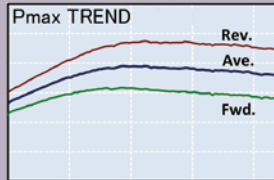
## ソフトの特徴

### ★ペロブスカイト太陽電池推奨

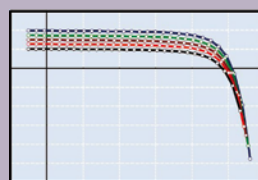
- JIS規格に準じた正確な評価  
Exact evaluation according to JIS
- 従来から定評の全自動IV測定。  
Full automatic measurement
- 温度や光量などの併用測定  
Measure. of temp., quantity of light, etc.
- ヒステリシスの解析機能  
(ペロブスカイト、DSCなど)  
Hysteresis measurement  
(Perovskite solar cells, DSC etc.)



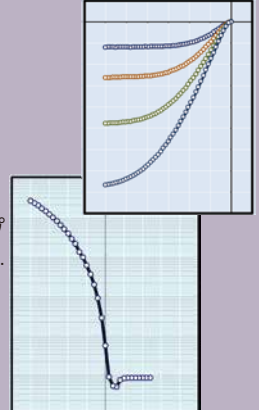
- 耐久性の評価  
1万回の繰返測定  
Max.10,000 of Repetition IV meas.



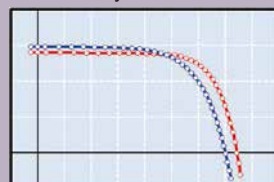
- 複数セルの耐久試験  
(Max.60 cells)  
Durability test of a many cells.



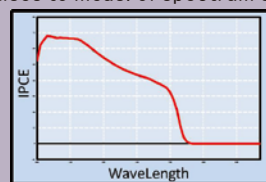
- 有機FET測定  
Option  
Organic FET



- 2セルの完全同期測定  
Two cells synchronized.



- 量子効率測定へのアップ  
Rises to meas. of spectrum sens.



弊社動画サイト



第7版  
2024.03



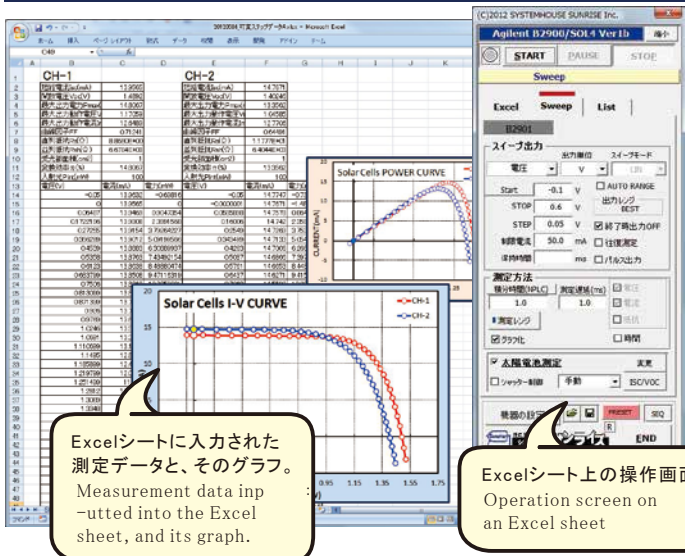
株式会社

システムハウス・サンライズ

<http://www.ssunrise.co.jp>

# Excel上で、JISに準じて太陽電池の全自動測定を行います。

On Excel, full automatic measurement of the solar battery according to JIS is performed.



Excelシートに入力された測定データと、そのグラフ。  
Measurement data inputted into the Excel sheet, and its graph.

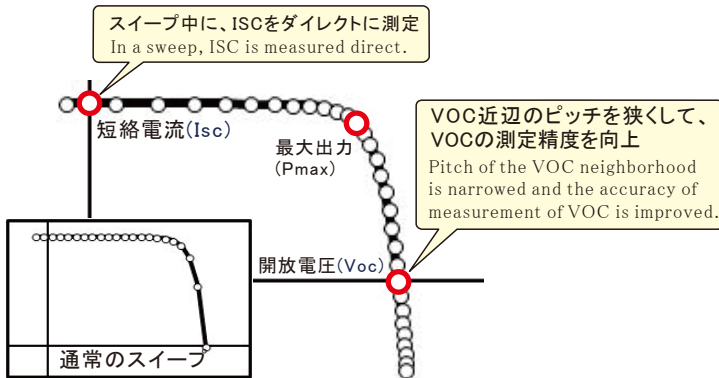
Excelシート上の操作画面  
Operation screen on an Excel sheet

MS-Excel上に表示された操作画面から、簡単な操作で太陽電池のI-V特性の測定を行うことができます。太陽電池を測定器に接続後、自動モードにして「START」をクリックするだけで、最適な条件でI-V測定が行われます。測定された電圧/電流値は、即座にExcelシートに入力され、I-Vカーブも作図されます。また、「JIS C-8913 結晶系太陽電池セル出力測定方法」「JIS C-8904-1 I-V特性の測定」の評価パラメータが自動的に算出されます。さらに、太陽電池の評価に必要な多彩な測定機能もサポートしております。

From the operation screen displayed on MS-Excel, the I-V characteristics of a solar battery can be measured easily. I-V measurement is performed on the optimal conditions only by setting it in automatic mode and clicking "START" after connecting a solar battery to a measuring instrument. The measured voltage/current value are immediately inputted into an Excel sheet, and an I-V curve is also drawn. The evaluation parameter of "JIS C-8913 a crystal system photovoltaic cell output measuring method" is computed automatically. Furthermore, supporting the variegated measurement function required for evaluation of a solar battery.

## 本ソフトの特徴の可変ピッチ幅 I-Vスイープの例

Example of the variable pitch width I-V sweep of this soft feature



スイープ中に、ISCをダイレクトに測定  
In a sweep, ISC is measured direct.

VOC近辺のピッチを狭くして、VOCの測定精度を向上  
Pitch of the VOC neighborhood is narrowed and the accuracy of measurement of VOC is improved.

## 実電流測定/電流密度測定

Real current / current density measurement mode

- |                  |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
| ① 短絡電流(Isc, Jsc) | (1) Short circuit current(Isc, Jsc)   |
| ② 開放電圧(Voc)      | (2) Open circuit voltage(Voc)         |
| ③ 最大出力(Pmax)     | (3) Maximum Watt.(Pmax)               |
| ④ 最大出力動作電圧(Vmax) | (4) Voltage of maximum watt.(Vmax)    |
| ⑤ 最大出力動作電流(Imax) | (5) Current of maximum watt.(Imax)    |
| ⑥ 曲線因子(FF)       | (6) Fill factor(FF)                   |
| ⑦ 直列抵抗(Rs)       | (7) Series resistance(Rs)             |
| ⑧ 並列抵抗(Rsh)      | (8) Parallel resistance(Rsh)          |
| ⑨ 電圧規定電流(Iv)     | (9) Current of specified voltage(Iv)  |
| ⑩ 電流規定電圧(Vi)     | (10) Voltage of specified current(Vi) |
| ⑪ 変換効率(η)        | (11) Conversion efficiency(η)         |
| ⑫ 入射光エネルギー(W)    | (12) Incidence light energy(W)        |
| ⑬ 周囲温度           | (13) Ambient air temperature          |

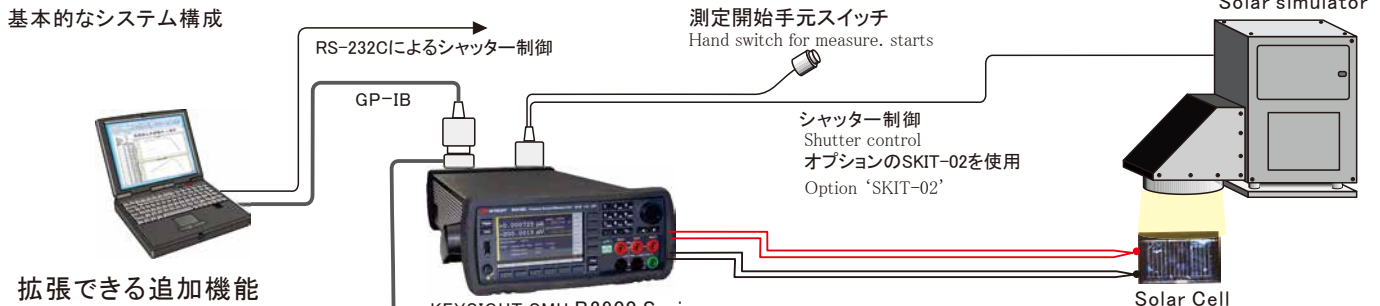
## 太陽電池測定に必要な多くの測定機器の制御をサポートしています。

Control of the measurement apparatus of many required for solar battery measurement is supported.

注)下記の機器類は、本ソフトウェアに付属しませんから、全てユーザー側でご用意下さい。

Cautions) The following apparatus is not attached to this software, so please prepare it by the user side altogether.

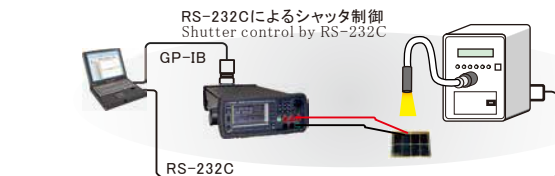
### 基本的なシステム構成



### 拡張できる追加機能

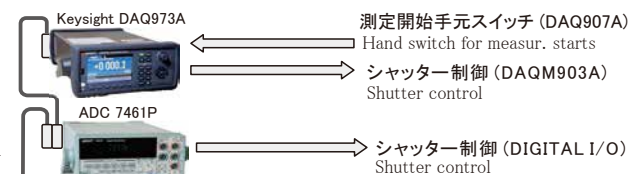
デジタルマルチメータを使用し、最大5種類の信号を測定。  
Digital multimeter is used and a max. of five kinds of signals can be measured.

- 温度測定 Thermometry
  - 光量/照度測定 Quantity of light
  - 任意の測定 Arbitrary measurement
  - 任意の測定 Arbitrary measurement
- Keysight DAQ973A+DAQM901Aを使用すれば、最大10chの任意の測定が可能になります。  
注)シャッター制御用DAQ973Aとの併用は不可  
If Keysight DAQ973A+DAQM901A is used, arbitrary measurement of a maximum of 10 ch will be attained.



### オプションのSKIT-02以外のシャッター制御方法

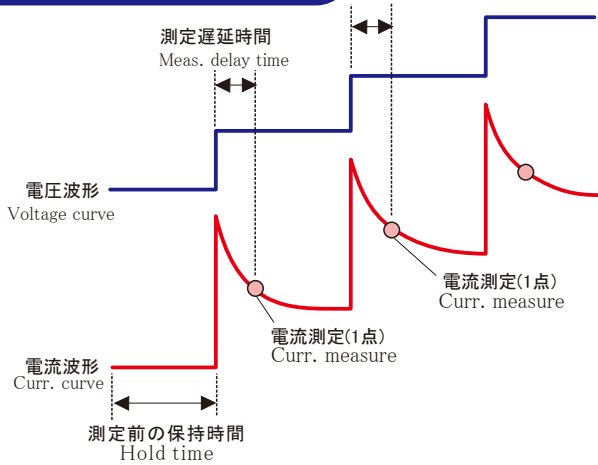
Shutter control methods other than SKIT-02 of an option



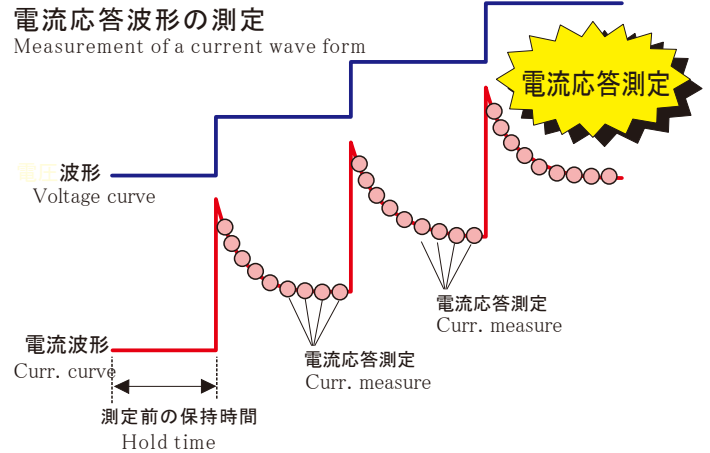
# ヒステリシス解析のための電流応答波形の測定ができます。(マルチサンプル・スイープ) Current measurement for investigating the cause of hysteresis.(Multi-sample sweep)

注意)このマルチサンプル・スイープ機能は、ソフト型番「W32-B2900SOL4」だけで対応しています。

## 通常のスイープ測定 Usual sweep measurement



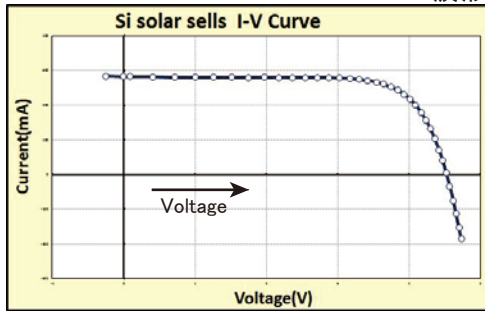
## マルチサンプル・スイープ測定 Multi-sample sweep measurement



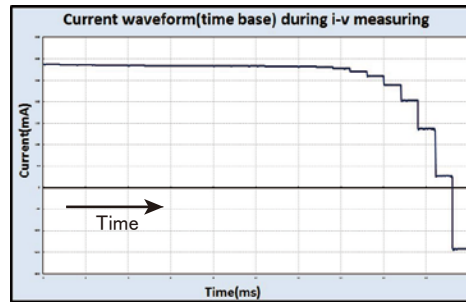
### ● Si系太陽電池の測定例

Example of measurement of Si solar cell

I-V波形



I-V測定中の電流波形



### ● 色素増感太陽電池(DSC)の測定例

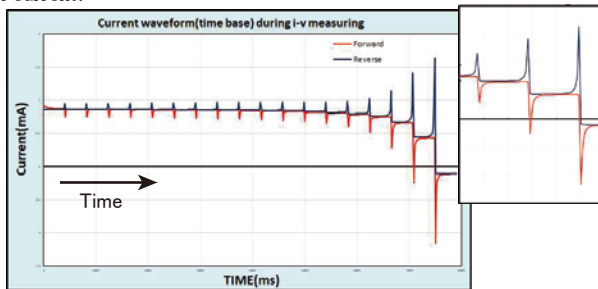
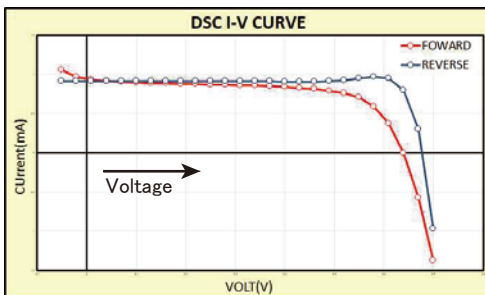
Example of measurement of DSC.

測定遅延時間が不十分なためにヒステリシスが発生した例

Since retention time and measurement delay time were insufficient, hysteresis occurred.

ヒステリシスの原因は、電流の過渡応答が原因であることが解ります。長い遅延時間でヒスが解消できます。

It turns out that the cause of hysteresis is a transient response of current.



### ● ペロブスカイト(順構造)太陽電池の測定例

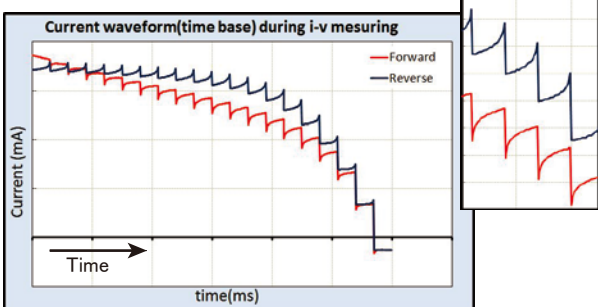
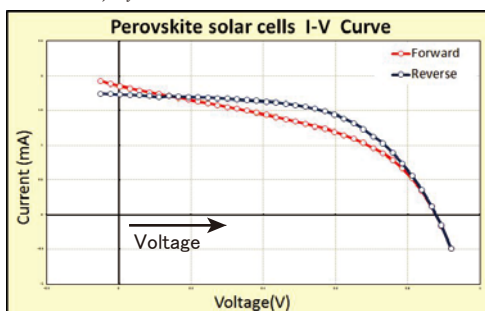
Example of measurement of Perovskite solar cell.

測定遅延時間が不十分なためにヒステリシスが発生したと思われる例

Since retention time and measurement delay time were insufficient, hysteresis occurred.

十分に長い測定遅延時間で測定してもヒスは解消できないことが解ります。

Hysteresis disappears even when measured with a sufficiently long measurement delay time Can not.



## 太陽電池セルの耐久性評価を行います。

The durable performance of a solar cells is appraised.

- 一定の時間間隔毎にI-V測定を行い、I-V特性の変化や各特性値の変化を測定することができます。最大1万回までの繰返し測定ができます。

I-V measurement can be performed for every fixed time interval, and change of the I-V characteristic and deterioration of each characteristics can be measured. Repetition measurement of a maximum of 10,000 times can be performed.

- 耐久試験中は、初期のI-V特性と、最新のI-V特性を常に比較表示します。

The early I-V characteristic and the newest I-V characteristic are always indicated by comparison.

- 耐久試験中は、Pmax等の特性値の変化をリアルタイムに観測できます。観測する特性値は下記から1つを任意に選択します。ヒステリシスを伴うセルでは、「Foward」「Reverce」「Average」のそれぞれの値を作図します。

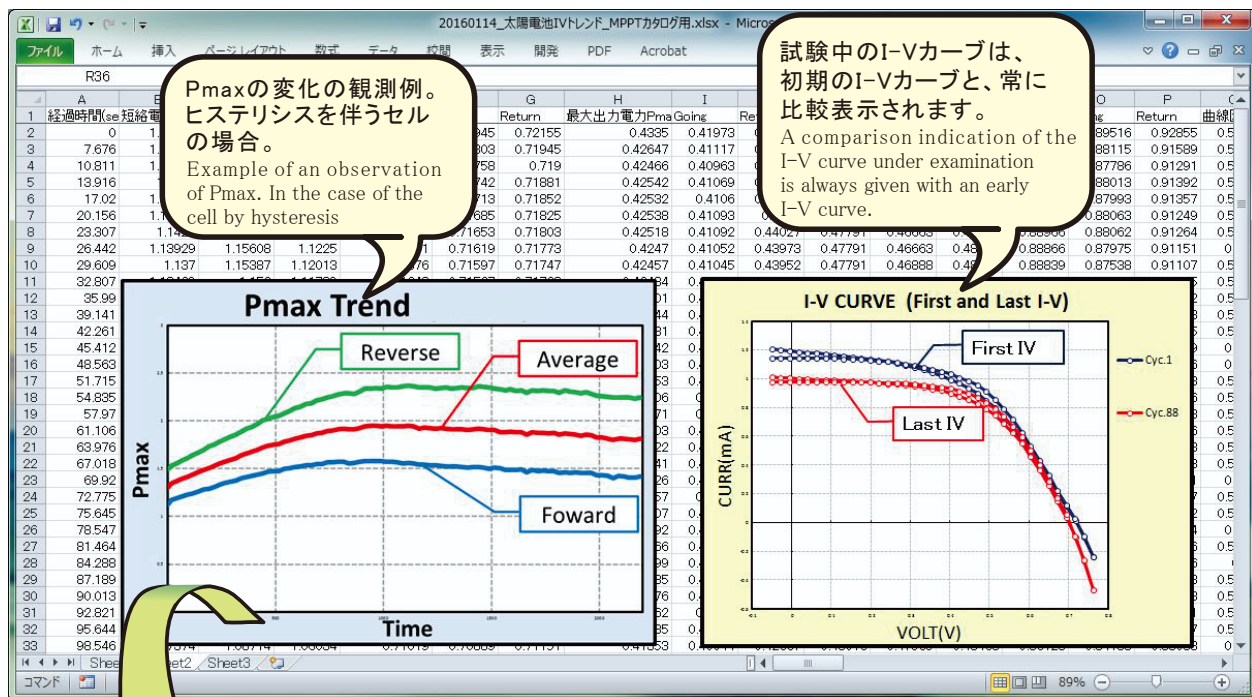
(Isc,Voc,Pmax,Vmax,Imax,FF,Rs,Rsh,Iv,Vi,Eff.)

Change of characteristics, such as Pmax, can be observed in real time. The characteristics to observe are arbitrarily chosen from the following. In the cell accompanied by hysteresis, each value of "Foward", "Reverce", and "Average" is drawn.

- 試験中の測定を行っていない時間帯は、下記の任意のストレスをセルに印加出来ます。

VOLTAGE, CURRENT, OPEN, SHORT, Vmax, Imax

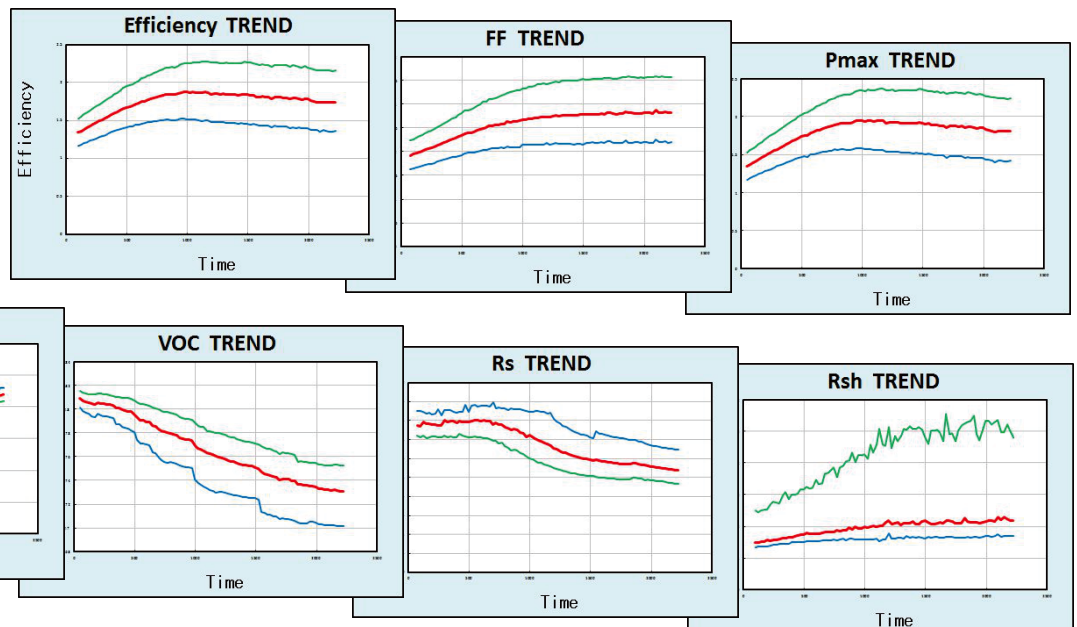
The time zone which is not measuring can impress the following voluntary stress to a cell.



試験中にグラフとして観測できる特性値は1つですが、測定は全特性値をExcelに取り込みます。

The characteristics which can be observed in a graph during an examination are one.

Measurement takes all the observed values into Excel sheet.



## 全自動測定機能により、特性が不明な太陽電池をワンクリックで測定します。

By a full-automatic-measurement function, measurement of a highly precise solar battery can be performed simply.



Full auto measurement is chosen.

全自動測定機能とは、パソコン側で測定条件を自動的に設定してI-V測定を行う機能です。太陽電池の特性が不明で、ユーザーが測定条件を設定できない場合でも、ワンクリックで自動的に適切な測定条件が選択されI-V測定を行います。

試作した太陽電池セルで、特性が不明な場合のI-V測定には大変便利です。

全自動測定は、「初回自動」と「毎回自動」が用意されています。「初回自動」は、繰返I-V測定の初回だけ自動条件設定が行われます。「毎回自動」は、毎回、測定条件の適正化が行われます。もちろん、手動設定で自由な条件での測定が可能です。

A full-automatic-measurement function is a function to set up a measurement condition automatically by the personal computer side, and to perform I-V measurement.

The characteristics of a solar battery are unknown, even when a user cannot set up a measurement condition, a suitable measurement condition is automatically chosen by one click, and I-V measurement is performed.

It is very convenient for I-V measurement when characteristics are unknown at the photovoltaic cell made as an experiment. As for full automatic measurement, "it is automatic first time automatic" and each time [ " ] is prepared.

As for a "first time automatic", an automatic condition setup is performed [ the first time of iteration I-V measurement ]. "Automatically [ each time ]", rationalization of a measurement condition is performed each time. Of course, measurement on free conditions is possible at manual setting.

## 直接ソーラーシミュレータのシャッター開閉制御が可能です。

The shutter control of a direct solar simulator is possible.

測定器(B2900A/B)本体背面のデジタルI/Oを使用して、外部と色々な連携を可能にします。(オプション SKIT-02使用)

1. デジタル出力を使用して、ソーラーシミュレータのシャッター開閉信号を出力します。

2. デジタル入力信号に同期してスイープを開始できます。

3. デジタル入力信号により、温度測定/光量測定を実行した後、全自動でのI-V測定を開始します。

Digital I/O on the back of a measuring device (B2900A) is used, and various cooperation is enabled with the exterior.

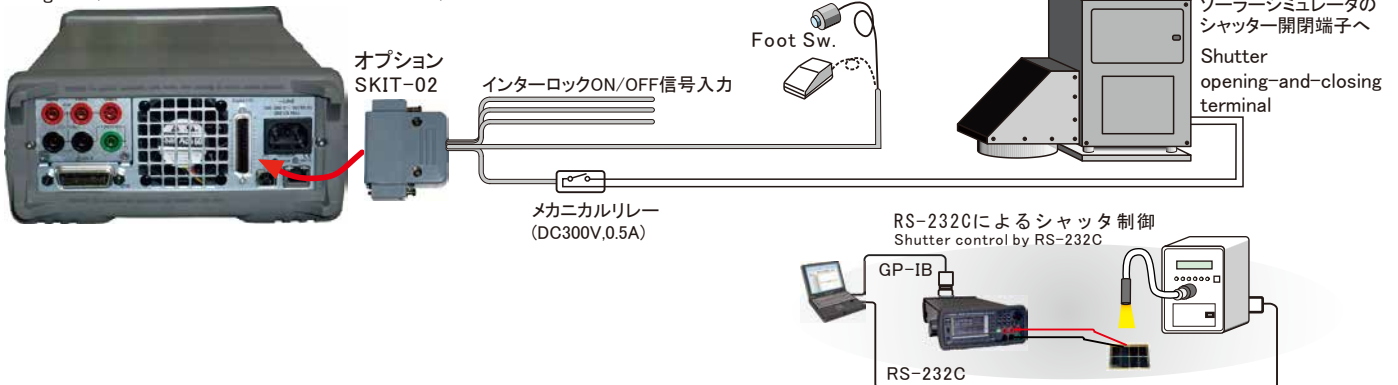
1. Use a digital output and output the shutter keying signal of a solar simulator.

2. A sweep can be started synchronizing with digital input signals.

3. With digital input signals, start the I-V measurement by an auto mode after performing thermometry and actinometry.

### B2900A/B背面のデジタルI/O端子

Digital I/O terminal on the back of B2900A/B



## 多接合型太陽電池の測定に有効な「可変電圧ステップ幅スイープ機能」

There is a "variable step width sweep function" effective in measurement of a many junction type solar battery.

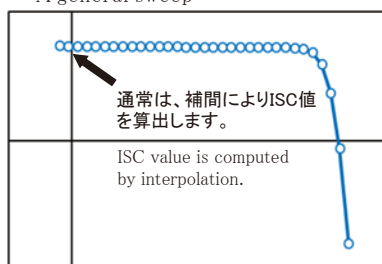
「可変ステップ幅スイープ機能」により、I-V測定域全体を均一なピッチで測定ができるので、FF値の大きな多接合型太陽電池セルや太陽電池モジュールの測定ではVOC値の測定精度が向上します。ISC値の測定では、必ずゼロ電圧を通過するスイープを行い、直接「ISC値」の測定を行うため、ISC値の高精度な測定ができます。

In order to measure the whole I-V measurement area in a uniform pitch by a "variable step width sweep function", it is effective for measurement of a many junction type solar battery (FF value is large).

And the sweep conditions which certainly pass an ISC value (V=0 point) are set up, and positive "ISC value" is measured.

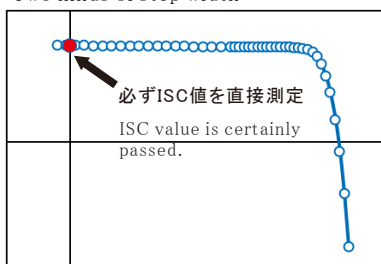
### ● 一般的な定電圧幅スイープ

A general sweep



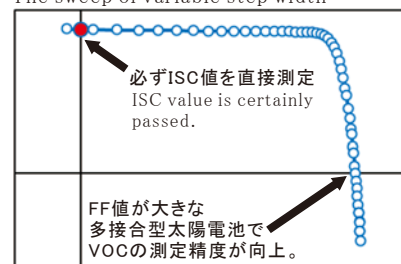
### ● 2段電圧ステップ幅スイープ

Two kinds of step width



### ● 可変電圧ステップ幅スイープ

The sweep of variable step width



It is the Sweep method effective in a many junction type solar cell with big FF value.

## 2つの太陽電池を完全同時測定が可能です。

Perfect simultaneous measurement is possible in two solar batteries.

2チャンネルのSMUを使用して、2つの太陽電池セルを完全に同時測定を行うことができます。2チャンネルのSMUは、測定器内部で各測定点毎に同期を取りながら測定を行います。2チャンネルの完全同期測定により、ソーラーシミュレータの光の揺らぎの影響を受けず、2つの太陽電池の特性の差を正確に測定することができます。

また、I-V測定中の光量の揺らぎを同時に測定することもできます。

(B2902A/B, B2912A/Bを使用して、ソフト型番「W32-B2900SOL4」だけで対応しています。)

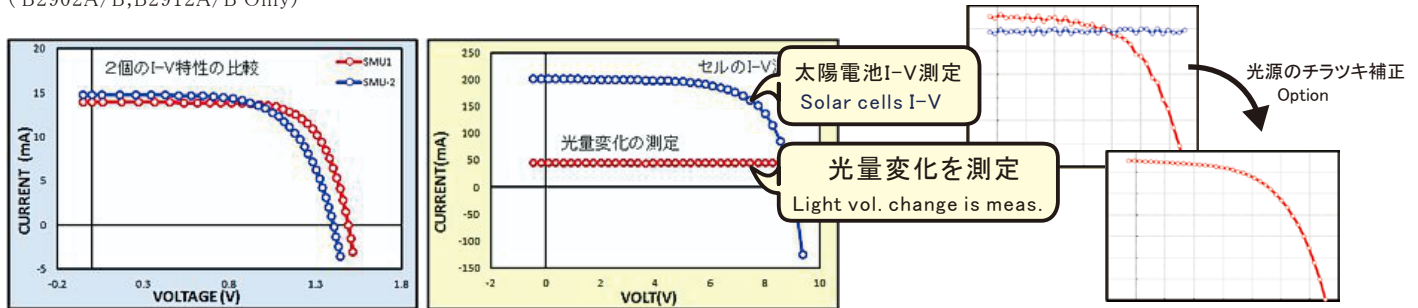
SMU of two channels can be used and simultaneous measurement can be completely performed for two solar cells.

SMU of two channels measures taking a synchronization for every point of measurement inside a measuring instrument.

By synchronous measurement of two channels, the difference of the characteristics of two solar cells can be measured correctly.

Moreover, fluctuation of the light volume under I-V measurement can also be measured simultaneously.

(B2902A/B, B2912A/B Only)



## 温度や光量など、最大5種類までの測定項目が追加可能です。

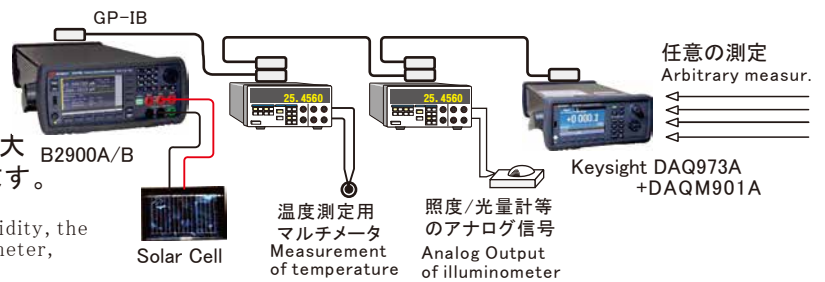
A maximum of five kinds, such as temperature and the quantity of light, of measured items can be added.

最大5台までのマルチメータの接続をサポートしております。従いまして、温度・湿度・光量・照度等の任意のアナログ信号をマルチメータで測定し、I-V測定データと一緒に取り込むことができます。

Keysight DAQ973A+DAQM901Aを接続すれば、最大10chの任意のアナログ信号を取り込むことができます。

I am supporting connection of a maximum of five sets of multimeters. Therefore, arbitrary analog signals, such as temperature, humidity, the quantity of light, and illuminance, can be measured by a multimeter, and can be incorporated together with I-V measurement data.

If Keysight 34970A+34901A is connected, the arbitrary analog signals of a maximum of 10 ch(es) can be incorporated.



## セルの検査や、指定した時間間隔での最大1万回の繰返しI-V測定が可能です。

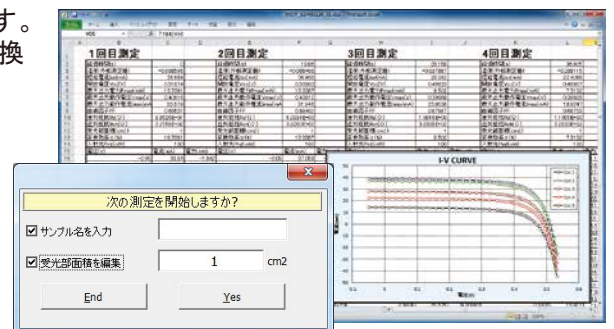
A maximum of 10,000 duplicate measurement is possible at the specified interval.

太陽電池セルの時系列的な特性変化や耐久性評価に使用できます。また、1回測定ごとにポーズ状態にできますから、多数の試料を取換えながら測定する検査業務には大変有効な機能になります。その都度、サンプル名やセルのサイズの入力ができます。

It can be used for the serial characteristic change and durability assessment of a photovoltaic cell.

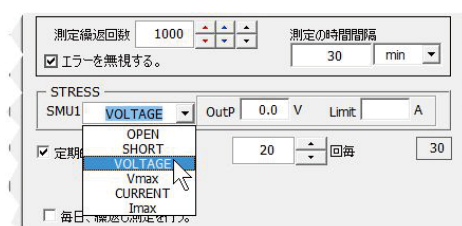
Moreover, since it is made once to a pause condition for every measurement, it becomes a function very effective in the inspection business measured while exchanging many samples.

Each time, the input of the size of a sample name or a cell can be performed.



## 耐久性評価でストレスの種類を選択できます。

Stress is impressed and durability test is performed.



太陽電池セルの耐久性の評価を行う場合、試験中のストレスを下記の6種類から自由に選択できます。

・OPEN、・SHORT、・VOLTAGE、・CURRENT、・Vmax、・Imax  
Vmax, Imaxは、直前の測定値を使用します。

When doing durability test of a solar cells, the stress under examination can be freely chosen to the six following kinds.

・OPEN、・SHORT、・VOLTAGE、・CURRENT、・Vmax、・Imax  
Vmax and Imax use the last observed value.

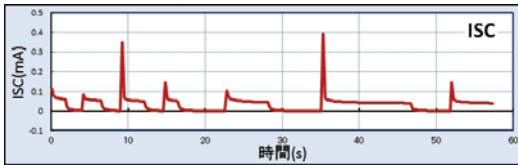
## ペロブスカイト太陽電池やDSCのISC/VOCのトレンド測定や応答性評価を行います。

Trend measurement of the long time of ISC or VOC can be performed.

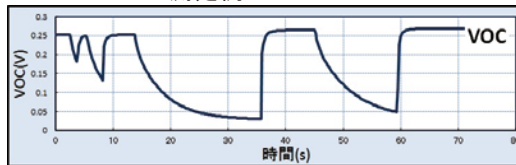
ペロブスカイト太陽電池やDSCの光照射によるISC/VOCの劣化の観測や、光電流の応答遅れの評価を行います。ISCはバイアス電圧を印加でき、VOCはバイアス電流を印加できます。サンプリング20万回まで可能。

The observation of deterioration of ISC/VOC by light irradiation, such as a "perovskite solar cell" and "DSC", can be performed. The response delay of photoelectric current can also be appraised. ISC can impress bias voltage. VOC can impress bias current.

ISCのトレンド測定例 ISC trend



VOCのトレンド測定例 VOC trend



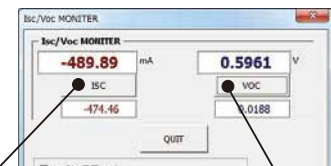
## シャッター開閉に連動したISC/VOCモニターが可能です。

The ISC/VOC monitor interlocked with shutter opening and closing is possible.

測定前の、標準セルによるソーラーシミュレータの光量調整や、供試体セル接続配線の導通確認が簡単にできます。この機能は、モニター開始と同時にシャッターをオープンし、モニター終了とともにシャッターをクローズさせるシャッター連動動作も可能です。

The identification of quantity-of-light adjustment of the solar simulator by the standard cell before measurement and connection wiring of a specimen cell can be performed simply.

The shutter ganged operation which opens a shutter simultaneously with a monitor start and makes a shutter close with termination of a monitor is also possible for this function.



シャッターをオープンし、ISCのモニターを行います。  
A shutter is opened and 'ISC' is monitored.

シャッターをオープンし、VOCのモニターを行います。  
A shutter is opened and 'VOC' is monitored.

## 高速なI-V測定ができます。(15ポイントを2msで測定)

High-speed I-V measurement can be performed.(15points/2ms)

無機系の太陽電池では、測定精度の高いI-V測定結果を得るために、測定器の積分時間は1PLC、測定遅延時間は5ms程度、測定ポイント数は30ポイント以上で測定することが、最も無難な測定条件です。

この場合、1ポイントの測定時間が約25msですから、30ポイントのI-V測定に要する時間は0.75secになります。

しかし、パルス光等の測定で、より高速でのI-V測定を必要とする場合が有ります。この時、測定が可能な最速の物理的限界を把握しておくことは重要です。また、高速な測定では測定器の精度が低下します。

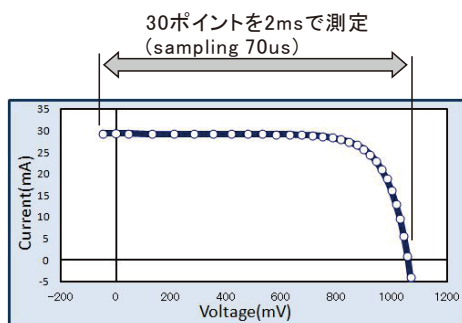
In order to obtain an I-V measurement result with high measurement accuracy in an inorganic system solar cell, it is the safest measurement condition that measure 1PLC and measurement delay time in about 5 ms, and the integration time of a measuring device measures the number of points of time measuring by 30 points or more.

Time required for I-V measurement of 30 points is set to 0.75 sec since the measuring time of one point in this case was about 25 ms.

However, in measurement of pulsed light etc., there is the necessity of performing I-V measurement at a high speed.

At this time, it is important to know the fastest physical limitation that can be measured.

Moreover, the accuracy of a measuring device falls in high-speed measurement.



本ソフトでの最速のサンプリング時間は、10usです。従いまして、100ポイントのI-V測定を1msで完了できます。

しかし、実際はSMUの電圧応答性、接続ケーブルや太陽電池電極等の測定系の容量成分・誘導成分の影響により、電流応答が高速な無機系太陽電池でも、確実なI-V測定を行うためには、60us以上の測定遅延時間を必要とします。

その結果、70usのサンプリング時間が正常なI-V測定結果を得られる最小の時間間隔となります。

注)サンプリング速度は、使用する測定器の型式に依存します。

(最小サンプリング時間 : B2901A/B,B2902A/B=20us , B2911A/B,B2912A/B=10us)

Therefore, I-V measurement of 100 points can be completed in 1 ms.

However, in practice, under the influence of the capacity ingredient and guidance ingredient of the system of measurement of the voltage response and connecting cable of SMU, a solar cell electrode, etc., in order for an inorganic system solar cell to also perform positive I-V measurement, the measurement delay time of 60 or more us is needed.

As a result, the sampling time of 70us serves as the minimum time interval that can obtain a normal I-V measurement result.

## 測定したパラメータの25度換算値を計算します。

The 25-degree equivalent of the measured parameter is calculated.

この換算を行うためには、ユーザー側で太陽電池セルの各パラメータの温度係数を事前に把握しておく必要があります。

換算するパラメータは、Isc, Voc, Pmax, FF, 変換効率です。

In order to perform this conversion, it is necessary to grasp the temperature coefficient of each parameter of a photovoltaic cell in advance by the user side. target parameter = Isc, Voc, Pmax, FF,  $\eta$

温度係数入力画面 Temperature coefficient input screen



## 日々、連続的にI-V測定が可能です。

I-V measurement is continuously possible every day.

指定した開始時刻から終了時刻まで、毎日、I-V測定を繰り返します。  
1日最大65,000回のI-V測定が可能です。

測定結果は、日別に新しいExcelブックに保存され、測定日数分のExcelブックが作成されます。

長期の特性変化の監視や、屋外試験に使用できます。

試験中のセル両端は解放状態で放置されます。

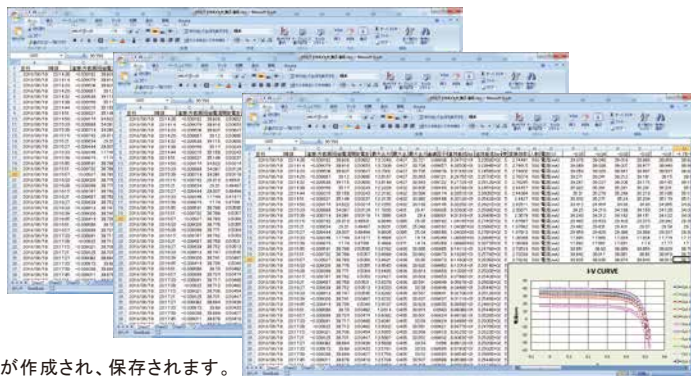
I-V measurement is repeated from the specified start time to finish time every day.

I-V measurement is possible a maximum of 65,000 times per day.

A measurement result is saved in an Excel book new according to a day, and the Excel book of the day of measurement some is created.

It can be used for the surveillance of the characteristic change by various stress, and an outdoor examination.

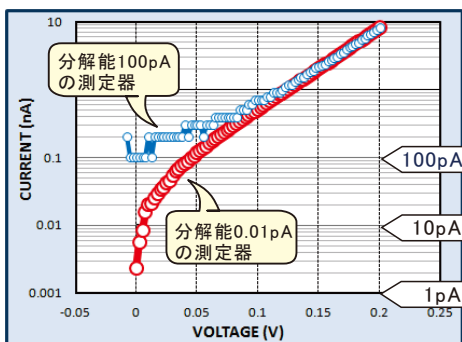
The cell both ends under examination are neglected by a disengagement.



日別にExcel-Bookが作成され、保存されます。  
Excel-Book is created and saved according to a day.

## 高精度な「Dark I-V測定」ができます。

Highly precise "Dark I-V measurement" can be performed.



B2900シリーズは高分解能での電流測定が可能ですから、微小電流域のDARK I-V測定が可能になります。(0.1pA/0.01pA)

従来、エレクトロメータやピコアンメータで測定していた「DARK I-V測定」も測定が可能になります。

(B2901A/B, B2902A/Bの分解能 0.1pA, B2911A/B, B2912A/Bの分解能 0.01pA)

注)測定分解能は、測定精度ではありませんから、ご注意ください。

After the current measurement in high resolution is possible for B2900A series, DARK-I-V measurement of minute current is attained. (0.1pA/0.01pA)

In DARK I-V measurement measured with the electrometer or the pico ammeter, measurement becomes possible conventionally.

(Resolution 0.1pA of B2901A and B2902A, B2911A, resolution 0.01pA of B2912A)

## 測定結果の合否判定機能が用意されています。

The pass-fail decision of a measurement result can be performed.

IV測定によって算出された評価パラメータ全てに、Pass/Failの判定値の設定が可能です。判定を外れたパラメータは、赤色でExcelシートに入力されます。製品の合否判定を行うことができます。

In all the evaluation parameters of the 2nd clause computed by IV measurement, a setup of the judgment value of Pass/Fail is possible.

The parameter which separated from the judgment is inputted into an Excel sheet in red.

The yes-no decision of a product can be performed.

判定項目	上限	下限
<input checked="" type="checkbox"/> 温度(外部測定器)	27	23
<input checked="" type="checkbox"/> 短絡電流Isc		120 mA
<input checked="" type="checkbox"/> 開放電圧Voc	0.8	0.4 V
<input checked="" type="checkbox"/> 最大出力電力Pmax		38 mW
<input checked="" type="checkbox"/> 最大出力動作電圧Vmax	0.35	0.3 V
<input checked="" type="checkbox"/> 最大出力動作電流Imax	90	80 mA
<input checked="" type="checkbox"/> 曲線因子FF		0.65
<input checked="" type="checkbox"/> 直列抵抗Rs	0 *	

合否判定値入力画面  
Pass/Fail decision value input screen

## シーケンス動作で、Dark I-V測定とOneSun I-V測定を一度に測定できます。

In sequence operation, two or more measurement conditions can be measured at once.

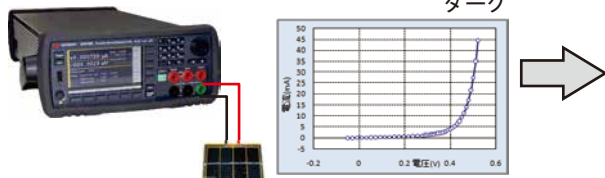
シーケンス動作は、最大6種類の測定条件を事前に登録し、その測定条件を自動的に変更しながら連続的に測定する機能です。例えば、「DARK IV測定」と、「ONE-SUN IV測定」をワンクリックで行いたいときに便利です。

Sequence operation is a function measured continuously, registering a maximum of four kinds of measurement conditions, and changing the measurement condition automatically.

For example, it is effective to perform "DARK IV measurement" and "ONE-SUN IV measurement" by once.

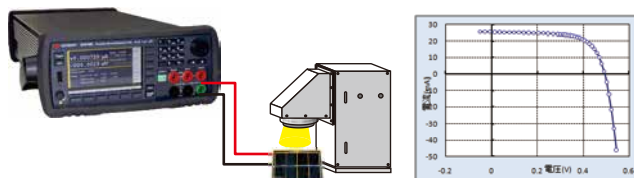
最初はDARK-IV測定をします。

DARK-IV measurement.



次にシャッターを開き、ONE-SUNのIV測定を行います。

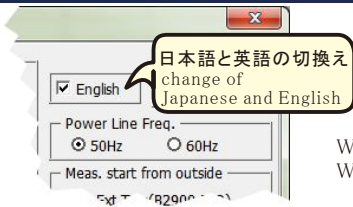
Next, a shutter is opened and IV measurement of ONE-SUN is performed.





## 日本語/英語の表記を切替できます。

The notation of Japanese and English can be switched.



日本語環境で使用する場合、本ソフトの画面表示を日本語と英語で切替が出来ます。日本語版MS-Excel以外で本ソフトを使用する場合は、強制的に英語表記に切り替わります。

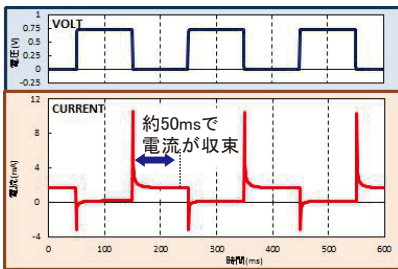
When using it by Japanese environment, a change can do the display of this software in Japanese and English. When using this software except Japanese version MS-Excel, it switches to the English notation compulsorily.

## 関数波形発生機能で、電圧-電流応答時間の測定ができます。

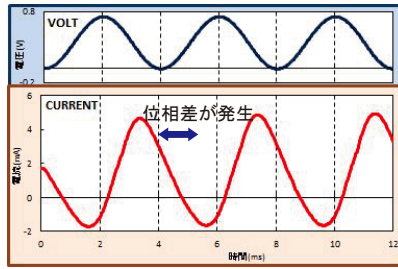
Measurement of a voltage-current response can be performed in a function wave generating function.

関数波形の発生機能により、時間軸での電圧-電流応答性の評価が可能です。電圧/電流の発生と測定は、最小10us間隔(測定器機種に寄る)まで設定が可能です。各種太陽電池の時間軸での応答性評価に有効な測定です。例えば、1波形を100ポイント(Max.1000ポイント)で作成する場合、1波形の最小周期は、1ms(1kHz)になります。下図は、DSCを使用して、色々な電圧波形で電流応答性を測定した例です。

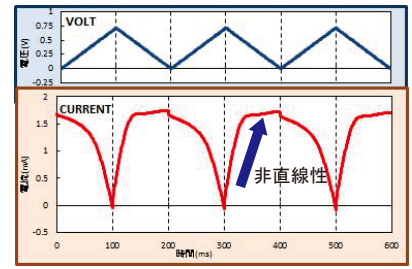
By the development function of a function wave, evaluation of the voltage-current response in a time domain is possible. A development and measurement of voltage/electric current are possible to a minimum of 10 us gap. It is measurement effective in response evaluation on the time-axis of a dye sensitizing type solar battery.



電圧に対して電流が遅れて収束する。  
completed behind time by electric current to voltage.



電圧電流間に位相差が発生する。  
Phase difference occurs between voltage and electric current.



電圧電流間の非直線性が生じる。  
Nonlinearity arises on voltage and electric current.

## 量子効率測定システムへアップグレードが可能です

It is upgradable to a spectrum sensitivity measurement system.

I-V測定システムを、量子効率測定システムへアップグレードできます。

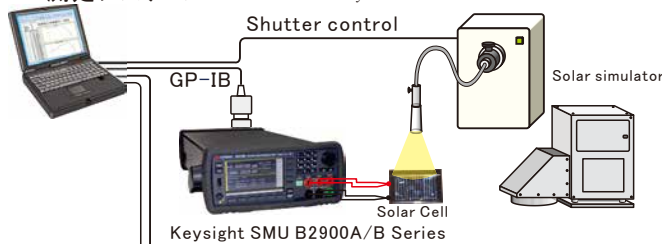
- ① モノクロメータ(分光光源)を追加します。
- ② モノクロメータの光量を測定するための光パワーメータを追加します。
- ③ I-V測定ソフトを、量子効率測定ソフトへアップグレードします。

※別途、量子効率測定用ソフトの詳細カタログをご用意しています。

An I-V measurement system is upgradable to a spectrum sensitivity measurement system.

1. Monochrome meter (spectrum light source) is added.
2. The optical power meter for measuring the light volume of monochrome meter is added.
3. I-V measurement software is upgraded to spectrum sensitivity measurement software.

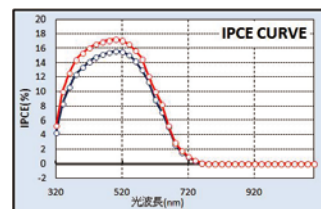
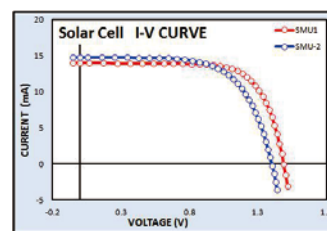
I-V測定システム IV measurement system



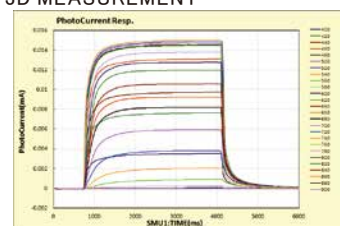
量子効率測定用に追加  
It adds to spectrum sensitivity measurement.

光パワーメータ  
Optical power meter

●朝日分光製  
分光光源 MLS-1510  
300nm~1100nm  
Monochrome meter




IPCE 3D MEASUREMENT



光電流の応答性測定  
Response measurement of photocurrent

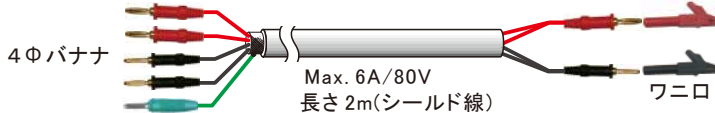
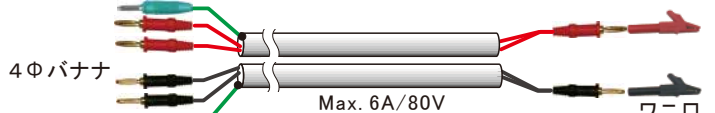
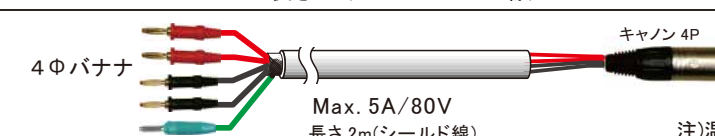


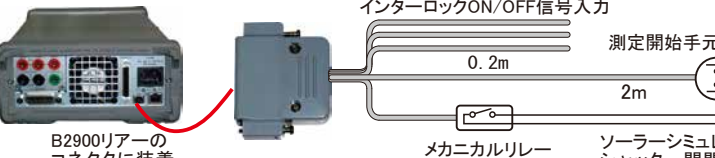
# 太陽電池I-V測定ソフト価格

本ソフトを動作させるためには、必ず、MS-Excel(32bit版)が必要です。  
 GPIBボードは含んでいません。

対象となる測定器 Applicable Device	機能の違い Difference in function	ソフト型番 soft product number	対応するGPIBボードメーカー GPIB Board vendor	ソフト価格 soft price	動作環境
 Keysight SMU B2900A/B Series	どちらか1chで測定	W32-B2900SOL3-N	NI製(または、互換器)	<b>370,000円</b>	Windows7/8.1/10/11 (64bit版推奨) MS-Excel 2010/2013/2016 2019/2021 (32bit版 Only)
		W32-B2900SOL3-R	RATOC SYSTEM製		
	同時2chで測定可能	W32-B2900SOL4-N	NI製(または、互換器)	<b>420,000円</b>	
		W32-B2900SOL4-R	RATOC SYSTEM製		

注)価格に消費税は含んでおりません。

## オプション品

シールド付き 4端子接続ケーブル 型番 定価 S4W-01 20,000円	 4Φバナナ Max. 6A/80V 長さ 2m(シールド線) ミニ ワニ口
分離型シールド付き 4端子接続ケーブル (低リーク電流) 型番 定価 S4W-03 22,000円	 4Φバナナ Max. 6A/80V 長さ 2m(ガード/シールド線) ミニ ワニ口
シールド付き 標準太陽電池接続ケーブル 型番 定価 S4W-02 22,000円	 4Φバナナ Max. 5A/80V 長さ 2m(シールド線) 注)温度測定端子は接続できません。
微小電流測定用 接続ケーブル 型番 定価 S4W-05 87,000円	 4Φバナナ 長さ 1m(ガード/シールド対応) ミニ ワニ口
TRX/ローノイズケーブル型 4端子接続ケーブル 型番 定価 S4W-04 390,000円	 バナナ-TRX変換 TRX/ローノイズケーブル TRX-バナナ変換 バナナ-ワニ口変換
ソーラーシミュレータ シャッター開閉制御用 アダプタ 型番 定価 SKIT-02 39,000円	 B2900リアーの コネクタに装着 インターロックON/OFF信号入力 測定開始手元スイッチ 0.2m 2m 3m メカニカルリレー (DC300V,0.5A) ソーラーシミュレータの シャッター開閉端子へ インターロック解除コネクタ 型番 ICAN-01 定価 18,000円

## ソフトが対応するKeysight B2900A/Bシリーズの仕様概要 2024.03時点

型番	Ch数	最大出力(DC) (測定可能なVOC/ISC範囲)	出力(DC)				測定				Min Sample Rate
			桁数	分解能		桁数	分解能				
				電圧	電流		電圧	電流			
B2901BL	1	21V/1.515A (参考874,000円) <b>推奨</b>	5.5	1uV	10pA	6.5	0.1uV	1pA	200us		
B2910BL	1	210V/0.105A, 21V/1.515A (参考1,075,000円) <b>推奨</b>	5.5	1uV	0.1pA	6.5	0.1uV	0.01pA	50us		
B2901B	1	210V/0.105A, 21V/1.515A 6V/3.03A	5.5	1uV	1pA	6.5	0.1uV	0.1pA	20us		
B2902B	2	↓ (参考2,085,000円)	5.5	1uV	1pA	6.5	0.1uV	0.1pA	20us		
B2911B	1	↓	6.5	0.1uV	0.01pA	6.5	0.1uV	0.01pA	10us		
B2912B	2	↓	6.5	0.1uV	0.01pA	6.5	0.1uV	0.01pA	10us		
B2901A (旧型)	1	210V/0.105A, 21V/1.515A 6V/3.03A	5.5	1uV	1pA	6.5	0.1uV	0.1pA	20us		
B2902A (旧型)	2	↓	5.5	1uV	1pA	6.5	0.1uV	0.1pA	20us		
B2911A (旧型)	1	↓	6.5	0.1uV	0.01pA	6.5	0.1uV	0.01pA	10us		
B2912A (旧型)	2	↓	6.5	0.1uV	0.01pA	6.5	0.1uV	0.01pA	10us		

# 多チャンネル 太陽電池I-V測定ソフト (Max.30ch, Max.60ch)

Solar cell I-V measurement software for multi-channels

本ソフトには、機器類や配線関連の費用は一切含まれておりません。  
Apparatus and no wiring-related expense are contained in this software.

## ● Max.30ch 太陽電池I-V測定ソフト

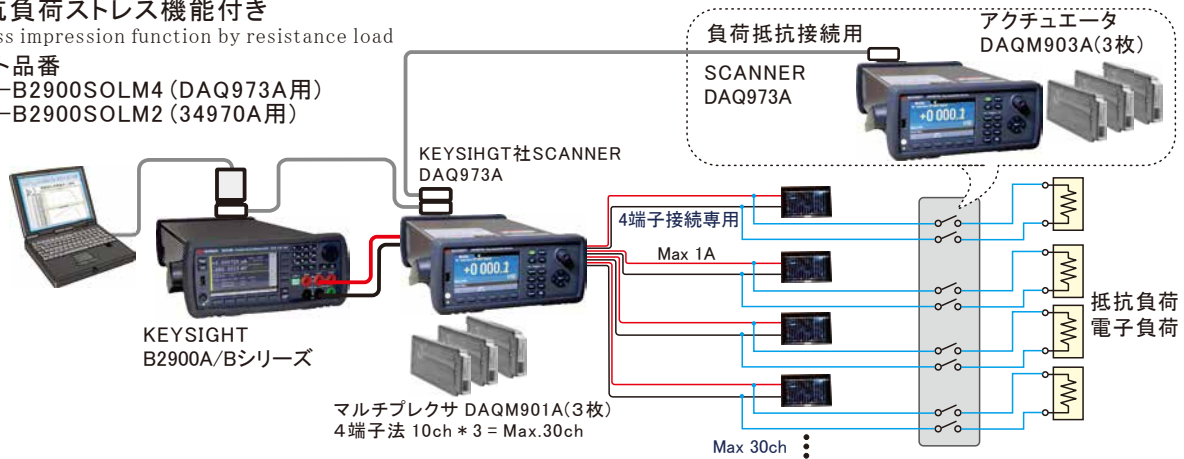
抵抗負荷ストレス機能付き

Stress impression function by resistance load

ソフト品番

W32-B2900SOLM4 (DAQ973A用)

W32-B2900SOLM2 (34970A用)



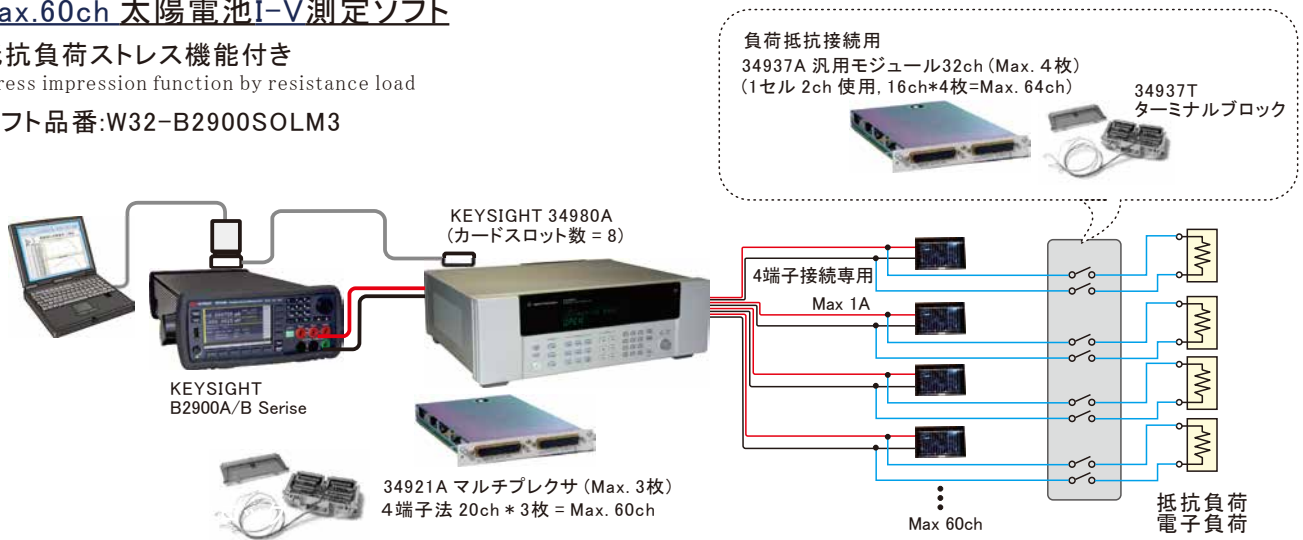
抵抗負荷無し(Max. 30ch)の構成例	抵抗負荷有り(Max. 10ch)の構成例	抵抗負荷有り(Max. 30ch)の構成例
<p>DAQ973A B2900A/B Series マルチプレクサ DAQM901A(Max.3枚) 4端子法 10ch * 3 = Max.30ch</p>	<p>DAQ973A B2900A/B Series マルチプレクサ DAQM901A(1枚) 4端子法 10ch * 1 = Max.10ch アクチュエータ DAQM903A(1枚)</p>	<p>DAQ973A B2900A/B Series マルチプレクサ DAQM901A(Max.3枚) 4端子法 10ch * 3 = Max.30ch アクチュエータ DAQM903A(Max.3枚)</p>

## ● Max.60ch 太陽電池I-V測定ソフト

抵抗負荷ストレス機能付き

Stress impression function by resistance load

ソフト品番:W32-B2900SOLM3



対象となる測定器 Applicable Device		測定チャンネル	ソフト型番 soft product number	対応する GPIBボードメーカー GPIB Board vendor	ソフト価格 soft price 消費税は含まれません。	動作環境
SUM	スキャナ					
Keysight SMU B2901A/B Series  	DAQ973A DAQM901A 等	Max. 30ch	W32-B2900SOLM4-N	NI製(または、互換器)	<b>780,000円</b>	Windows7/8.1/10/11 (64bit版推奨) MS-Excel 2010/2013/2016 2019/2021 (32bit版 only)
			W32-B2900SOLM4-R	RATOC SYSTEM製		
	34980A 34921A 等	Max. 60ch	W32-B2900SOLM3-N	NI製(または、互換器)	<b>920,000円</b>	
			W32-B2900SOLM3-R	RATOC SYSTEM製		
	34970A(廃盤) 34901A(廃盤) 等	Max. 30ch	W32-B2900SOLM2-N	NI製(または、互換器)	<b>780,000円</b>	
			W32-B2900SOLM2-R	RATOC SYSTEM製		

## 有機FET + 太陽電池I-V測定

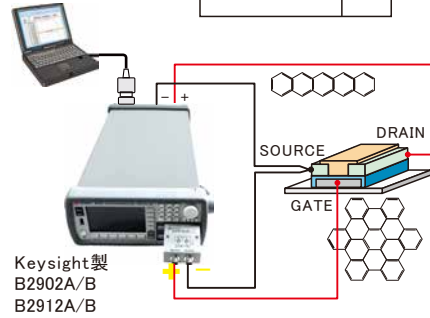
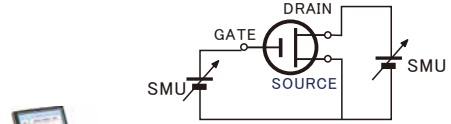
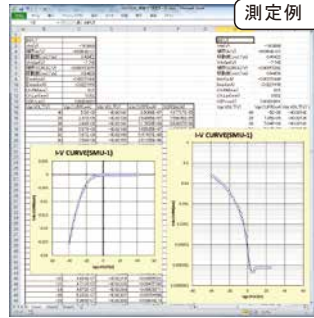
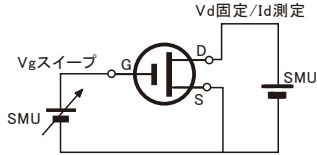
SMUの型式は、2chタイプ(B2902A/B,B2912A/B)だけに対応します。

### 伝達特性/入力特性

$V_d$ を固定して、 $V_g$ をスイープし、 $I_d$ を測定します。

#### 算出値

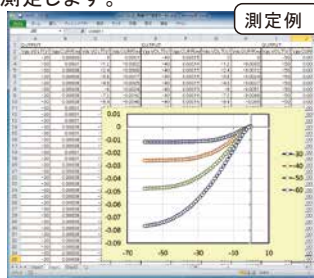
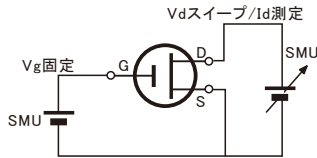
- $V_{th}$
- 線形領域のキャリア移動度
- $V_{th(sat)}$
- 飽和領域のキャリア移動度



Keysight製  
B2902A/B  
B2912A/B

### 静特性/出力特性

$V_g$ をパラメータにして、 $I_d$ - $V_d$ 特性を測定します。



### 太陽電池I-V測定 + 有機FET

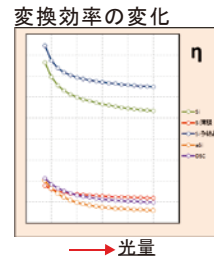
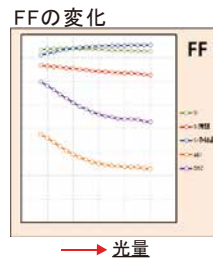
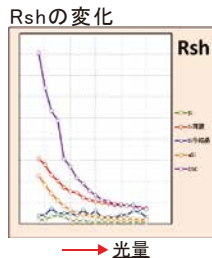
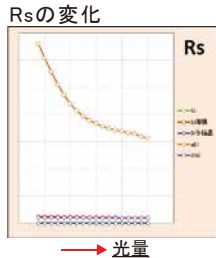
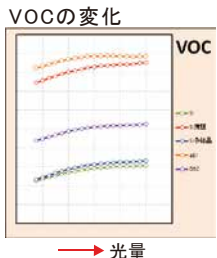
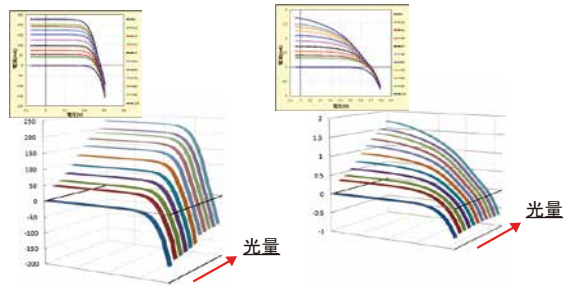
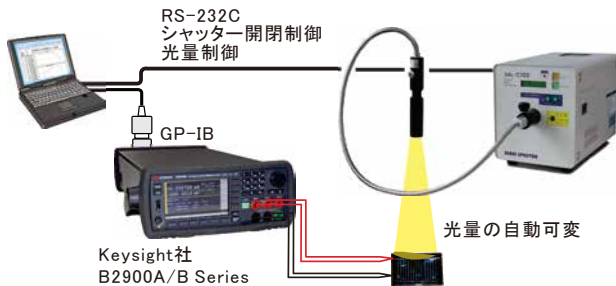
消費税は含まれません。

ソフト型番	対応する GPIB	価格
W32-B2900SOL4F-N	NI	<b>500,000円</b>
W32-B2900SOL4F-R	RATOC SYSTEM	
有機FET専用		
W32-B2900FET-N	NI	<b>340,000円</b>
W32-B2900FET-R	RATOC SYSTEM	

## 光量自動可変 + 太陽電池I-V測定

### ソーラーシミュレータの光量を自動的に変化させながら I-V測定を行います。

使用できるソーラーシミュレータは、朝日分光製に限られます。  
HAL-320 (光量可変範囲 30~100%)  
HAL-320W (光量可変範囲 30~100%)  
NDフィルタを使用して、さらに低光量に対応が可能です。



使用可能なソーラーシミュレータは、朝日分光製「HAL-C100」、「HAL-320」、「HAL-320W」です。

### 光量自動可変I-V測定

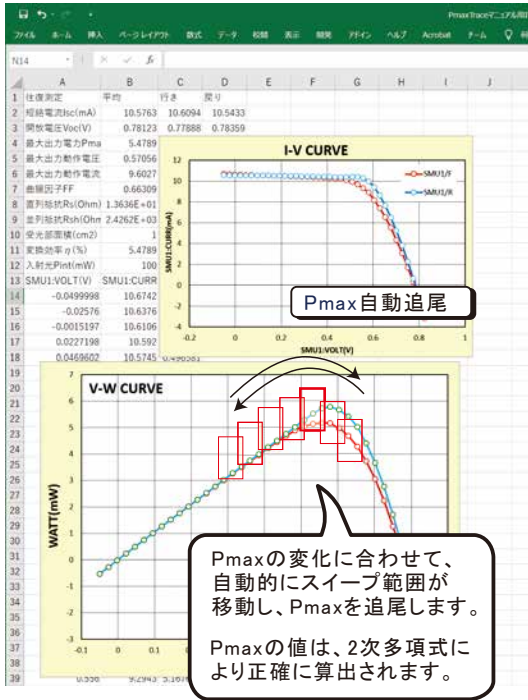
消費税は含まれません。

ソフト型番	対応する GPIB	価格
W32-B2900SOL4L-N	NI	<b>500,000円</b>
W32-B2900SOL4L-R	RATOC SYSTEM	

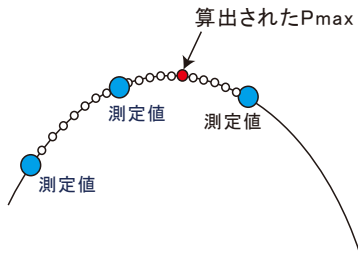
# Pmax自動追尾 + 光源チャツキ補正 + 太陽電池I-V測定

● 狭い範囲のI-Vスイープを行いながら、自動的にPmaxを追尾し耐久性の評価を行います。

Pmax自動追尾を行います。

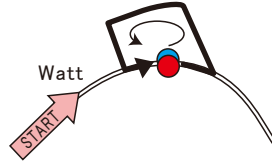


※2次多項式によるPmaxの正確な算出



● Pmax追尾には5種類のパターンがあります。

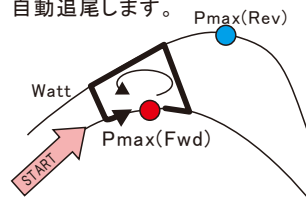
① ヒスのないセルのPmax追尾  
(Siセル等、無機系セルの場合)



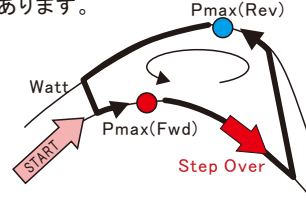
Siセルのようなヒスの無いセルは、Pmaxが1つしかないため、一般的なパワコン内部で行われている山登り法と同じ追尾を行います。

② ヒスのあるセルのPmax追尾-1  
(順構造ペロブスカイトセル、DSCの場合)

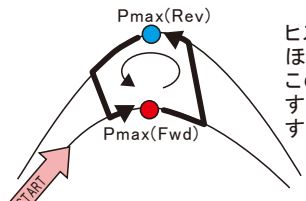
一般的な山登り法を行うと、最初に検出したPmaxだけを自動追尾します。



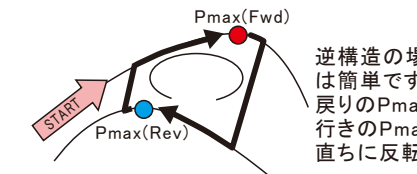
行き/戻りの両方のPmaxを追尾するためには、少し広い幅をサーチしてPmaxを追尾する必要があります。



③ ヒスのあるセルのPmax追尾-2  
(逆構造ペロブスカイトセル)



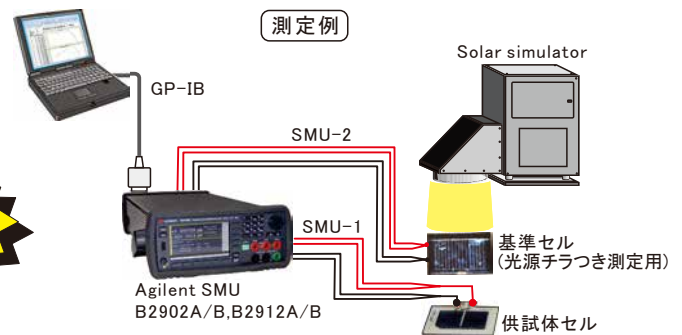
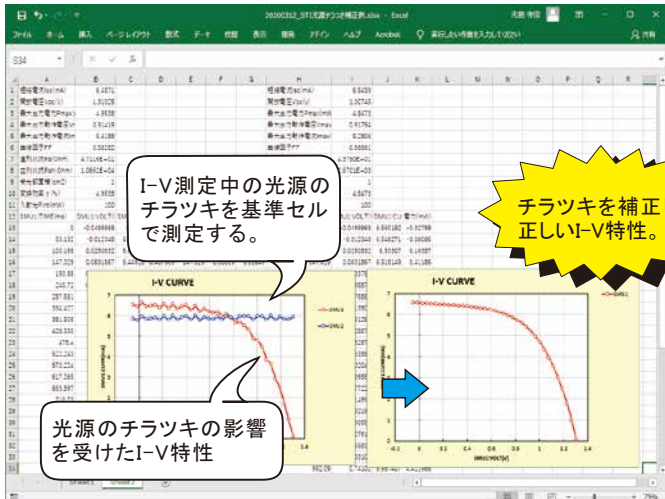
ヒスのあるセルの場合でも、行き/戻りのVmaxが、ほぼ同じ場合があります。この場合、一般的な山登り法でPmaxを追尾できますが、検出されるPmaxは行き/戻りにヒスが生じます。



逆構造の場合、ヒスのあるセルでも、Pmaxの追尾は簡単です。戻りのPmaxが、行きのPmaxより手前にあるため、行きのPmaxを検出した後、StepOverすることなく、直ちに反転すれば、戻りのPmaxが検出できます。

● I-V測定時の、光源のチャツキに起因する電流変動を補正します。

SMUの型式は、2chタイプ(B2902A/B,B2912A/B)だけに対応します。



Pmax自動追尾+光源チャツキ補正

消費税は含まれません。

ソフト型番	対応するGPIB	ソフト価格
W32-B2900SOL4M-N	NI	520,000円
W32-B2900SOL4M-R	RATOC SYSTEM	

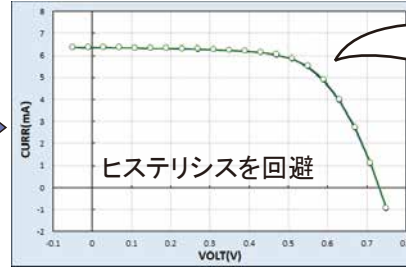
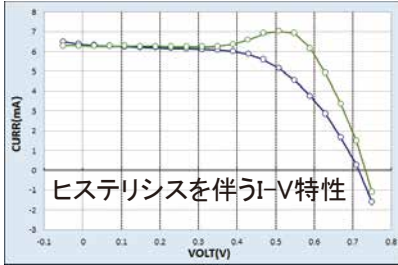
# ペロブスカイト太陽電池 ヒステリシス回避の高速I-V測定

● 約2倍の速さで、ペロブスカイト太陽電池のI-V特性のヒステリシスを回避します。

2チャンネルタイプのSMUを使用すると、2セル同時測定で、約4倍の高速化が可能です。

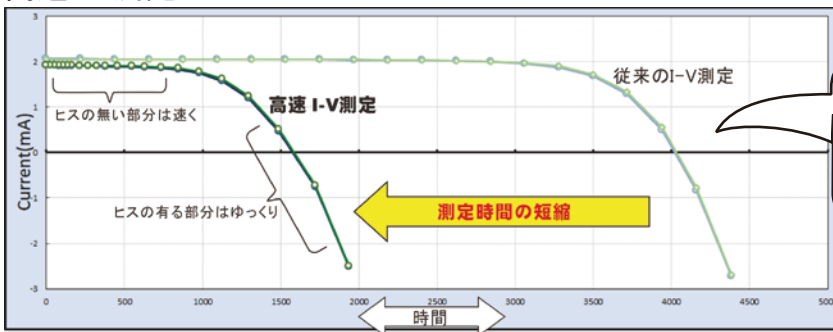
注)高速化は、セルのヒステリシス特性に大きく依存するため、必ず2倍になることを補償するものではありません。

## 従来のI-V測定



従来は、全域をゆっくり測定してヒステリシスを回避していました。

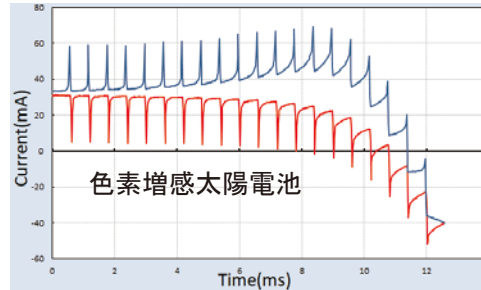
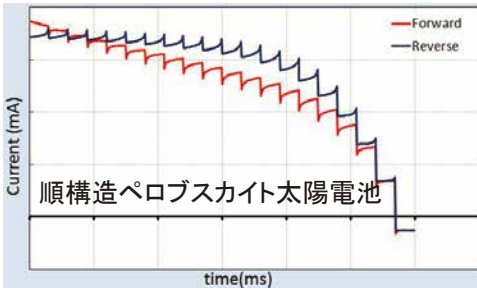
## 高速I-V測定



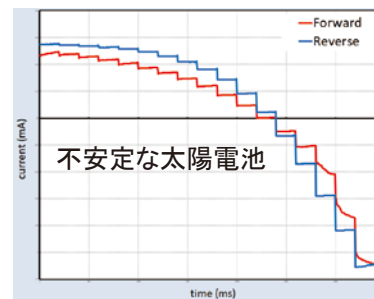
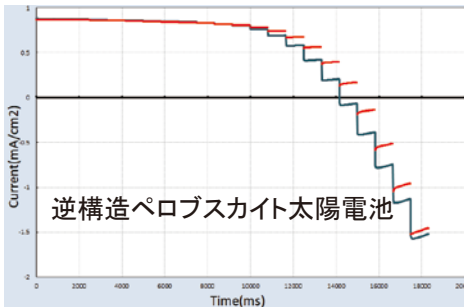
高速I-V測定では、ヒスの無い部分は速く測定し、ヒスの有る部分だけをゆっくり測定します。

注)これは、DSCの例です。

## ● 高速化が期待できるI-V特性の電流波形



## ✗ 高速化が期待できないI-V特性の電流波形



## ヒステリシス回避 高速I-V測定

消費税は含まれません。

ソフト型番	対応するGPIB	ソフト価格
W32-B2900SOL4D-N	NI	<b>640,000円</b>
W32-B2900SOL4D-R	RATOC SYSTEM	

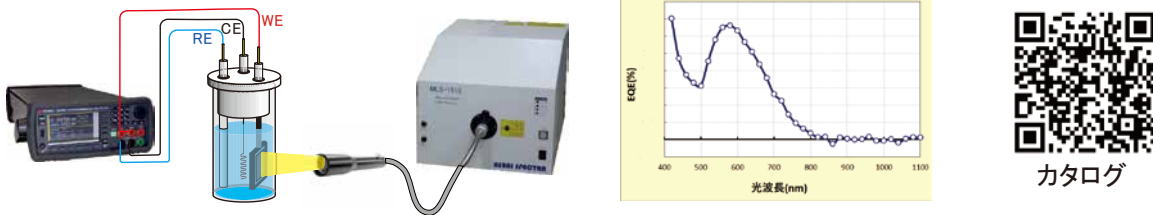
# 量子効率+分光感度+IV測定システム

専用カタログ有り

## 太陽電池



## 光触媒・各種光センサー



## 推奨システム構成

分類	型番	内訳 (PCは含まれません。)	参考価格 2024.03
分光光源セット (朝日分光製)	MLS-1510(FullSet)	朝日分光製 MLS-1510、固定スタンド、ロッドレンズ(0.5倍)、ストレートファイバ 波長 250nm~1100nm、照射領域 13mm角~69mm角	2,640,000円
EQE測定セット (各社測定器類)	EQE-MEAS-SET01	測定器 Keysight製 B2910BL、光パワーメータ Newport製 1919-R,818-UV/DB GPIB-USB変換器、セル接続用ケーブル(S4W-03) 等々 ※使用する測定器により、価格が変わります。	1,800,000円
計測ソフトウェア	W32-B2900SOLAS2-N	計測制御ソフトウェア一式	1,100,000円

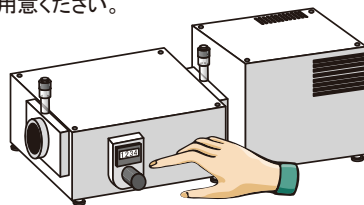
**合計金額 5,540,000円**

- 価格は、予告なく変更される場合があります。パソコンは上記価格に含まれておりません。
- 上記システム構成は、ご要望により下記の機器との入換が可能です。その場合、別途お見積りになります。
- IV測定には、別途、ソーラーシミュレータが必要です。

注)消費税は含まれておりません。  
注)価格は予告なく変更になる場合があります。

## 手動式モノクロ光源用

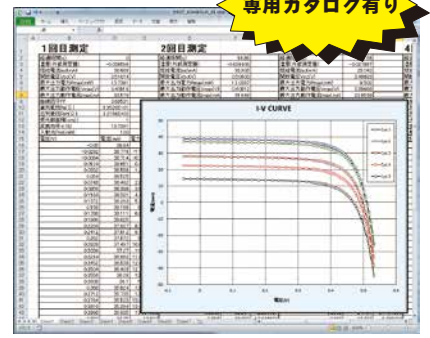
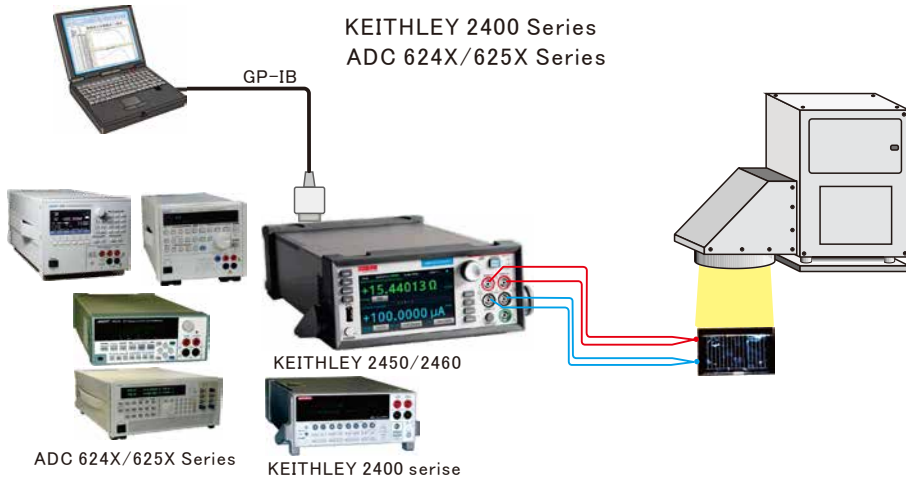
モノクロ光源は、ユーザー側でご用意ください。



分類	品番	参考価格
EQE測定セット 各種測定器類	EQE-MEAS-SET01	1,800,000円
計測ソフトウェア	W32-B2900SOL5-N	780,000円

注)消費税は含まれておりません。

# 太陽電池I-V測定ソフト



専用カタログ有り



カタログ

## 【動作環境】

パソコン:MS-Officeが快適に動作する環境:Windows7/8.1/10/11(64bit推奨),MS-Office2010/2013/2016/2019/2021(32bit版 Only)  
RAM:Windows7(4GB以上),Windows8.1/10/11(8GB以上)  
ディスプレイ:解像度 縦1,024ドット以上

## 【商標】

Windows 7,Windows8.1,Windows10,Windows11 MS-Office/Excelは、米国マイクロソフト社の商標です。

## 使用できるGP-IBインターフェイス

### ソフト型番の末尾が「-R」の場合



製造元	ラトックシステム製
品名	USB2-GPIBコンバータ
型番	REX-USB220
OS	製造元仕様に準ずる。
価格	62,000円(税別)

注意)  
本商品は、製造元で製造終了  
となっております。

### 【USB-RS232C変換器】

製造会社 ラトックシステム(株)  
製品名 USB-シリアルコンバータ  
型番/価格 REX-USB60F/6,400円  
Type-Cモデル  
型番/価格 REX-USB60FC/7,800円



### ソフト型番の末尾が「-N」の場合



製造元	NI
品名	GPIB-USB-HS+
型番	783368-01
OS	製造元仕様に準ずる。
価格	製造元にお問合せ。



製造元	キーサイト・テクノロジー
品名	USB/GPIBインターフェイス
型番	82357B
OS	製造元仕様に準ずる。
価格	製造元にお問合せ。

注)NI互換モードで使用。  
注)キーサイト社測定器以外の通信は未確認。



製造元	ケースレー
品名	GPIB-USBインターフェイス
型番	KUSB-488, KUSB-488B
OS	製造元仕様に準ずる。
価格	製造元にお問合せ。

注)ケースレー社測定器以外の通信は未確認。



### GPIBケーブル

長さ	0.5m	1.0m	2.0m	4.0m
価格	10,000円	12,000円	14,000円	25,000円

## 販売店

## 製造元



株式会社 **サンライズ**  
システムハウス

(株式会社システムハウス・サンライズ)

TEL 052-805-5177 FAX 052-805-5144

http://www.ssunrise.co.jp

〒470-0125 愛知県日進市赤池1-1301