

## 高精度な太陽電池I-V特性測定

# SOURCE MEASURE UNIT GS610

使用できる機種 GS610

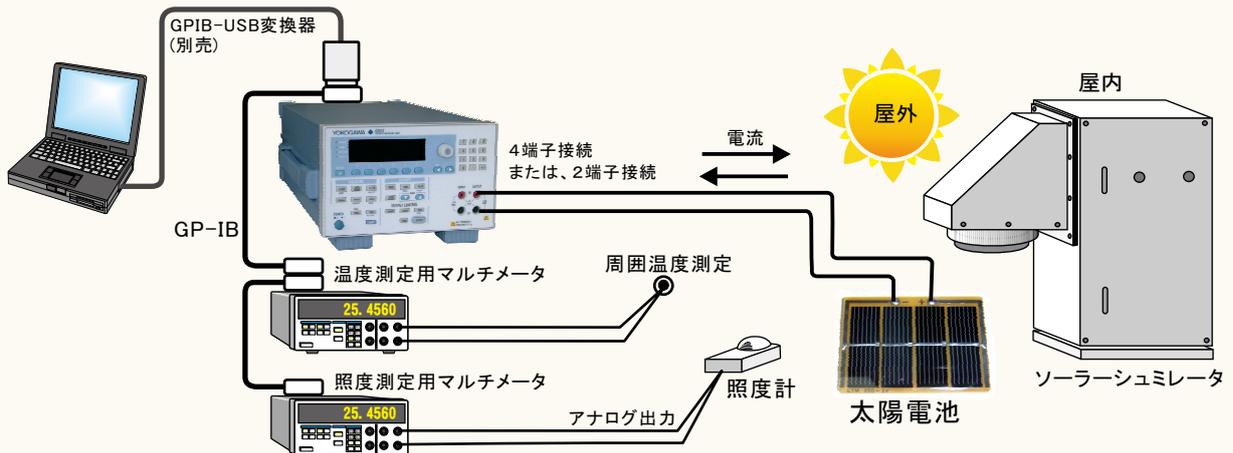
GS610は、横河電機の商標です。

	品番	GP-IBボード	価格	動作環境
太陽電池の特性測定	W32-GS610SOL-R		廃盤	Windows 7/8.1/10/11 (64bit版推奨) Excel2010 2013/16/19 2021 (32bit版Only)
	W32-GS610SOL-N			
太陽電池の特性測定と毎日連続測定	W32-GS610SOL2-R	ラトックシステム	350,000円	
	W32-GS610SOL2-N	NI		

## 機能

注) GPIBボードは付属していません。

- ◆ 電圧電流発生器だけを使用した簡単な計測システムで、高精度なI-V測定ができます。測定精度は、測定器メーカー仕様により保証されます。
- ◆ 暴露試験で、毎日毎日の連続測定が可能です。測定開始時刻と終了時刻を指定して毎日測定を行います。測定結果は日別にExcel-Bookに保存されます。(W32-GS610SOL2の場合)
- ◆ Excel上の操作画面から簡単に太陽電池のI-V特性の測定が可能になります。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カーブが描かれ、「JIS C-8913」(下記参照)のパラメータが自動的に算出されExcelシートに入力されます。
- ◆ さらに、GP-IBでマルチメータを追加接続すれば、周囲温度や照度の測定も可能になります。マルチメータは温度測定用1台、照度測定用4台までの追加ができます。



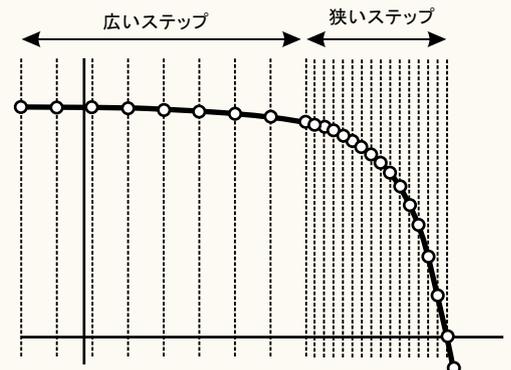
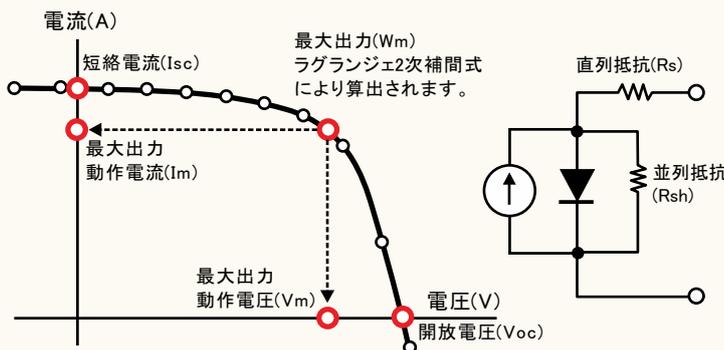
## 測定項目

- |                         |                 |                  |
|-------------------------|-----------------|------------------|
| ① 短絡電流(Isc)/短絡電流密度(Jsc) | ⑥ 曲線因子(FF)      | ⑪ 変換効率( $\eta$ ) |
| ② 開放電圧(Voc)             | ⑦ 直列抵抗(Rs)/抵抗率  | ⑫ 入射光エネルギー(W)    |
| ③ 最大出力(Wm)/最大出力密度       | ⑧ 並列抵抗(Rsh)/抵抗率 | ⑬ 周囲温度           |
| ④ 最大出力動作電圧(Vm)          | ⑩ 電流規定電圧(Vi)    |                  |
| ⑤ 最大出力動作電流(Im)/電流密度     |                 |                  |

### 太陽電池 I-V特性と算出されるパラメータ

### 測定中にステップ幅切り換えが可能

注)「W32-GS610SOL2」だけの機能です。

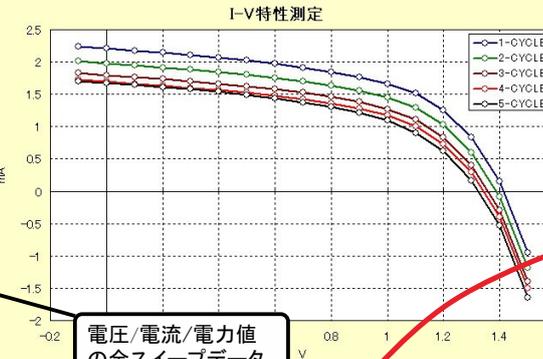


# 測定結果の例

Microsoft Excel - R6244太陽電池.xls

太陽電池パラメータ計算結果

1回目の測定	2回目の測定	3回目の測定
日付	2007/02/12	2007/02/12
時刻	15:28:53	15:28:53
温度(外部測定器)	22.5	22.5
短絡電流(Isc(mA))	2.2074	1.9799
短絡電流密度(Jsc(mA/cm2))	0.22074	0.22074
開放電圧(Voc(V))	1.41389	1.38766
最大出力(W/m2)	1.67154	1.45074
最大出力動作電圧(Vm(V))	1.05	1.01
最大出力動作電流(Im(mA))	1.59195	1.43638
曲線因子(FF)	0.53554	0.52801
直列抵抗Rs(Ω)	9.0637E+01	8.0637E+01
並列抵抗Rsh(Ω)	2.6932E+03	2.6932E+03
電圧規定電流(Iv(mA))	1.6634	
電流規定電圧(Vi(V))	0.54352	
受光部面積(cm2)	10	
変換効率η(%)	0.167154	
入射光Pint(mW)	1000	



I-V特性測定

電圧/電流/電力値の全スイープデータ

# 操作画面

GS610\_SOLAR2 Ver6

START PAUSE STOP

測定器内部スイープ

Excel スイープ リスト

GS610(1)

スイープ出力方法

出力単位: mA スイープモード: LIN

スタート: 0.0 mA AUTO RANGE

ストップ: 5.0 mA 終了時出力OFF

ステップ: 0.1 mA LAST/KEEP

制限電圧: 1.0 V 出力スルー

保持時間: 0.1 sec 往復スイープ

測定方法

積分時間: IPLC 測定遅延(sec): 0.001 測定項目: 電圧

MANU\_RANGE  AUTO\_ZERO  グラフ化

太陽電池の測定

機器の設定 PRESET END

この画面から、算出するパラメータを指定します。

電流密度換算での測定も選択できます。

ソーラシミュレータを使用する場合に選択します。

照度計を使用して入射光エネルギーを計算する場合に選択します。

入射光エネルギーを直接キー入力する場合に選択します。

太陽電池の測定項目

電流算出方法: 実電流で算出

短絡電流 Isc  直列抵抗 Rs

開放電圧 Voc  並列抵抗 Rsh

最大出力電力 Pm

最大出力動作電圧 Vm

最大出力動作電流 Im

曲線因子 FF

電圧規定電流 Iv: 1 V

電流規定電圧 Vi: 0.002 A

受光部面積: 1 cm2

変換効率 η

入射光総エネルギーの入力方法選択

ソーラシミュレータ: 1000 W/m2

1 Lux = 1.46 mW/m2

参考) 可視光波長 555nm の場合 1 Lux = 1.46 mW/m2

照度測定

キー入力: 1.0 W

温度(外部測定器)

日付時刻も入力

測定値を下方向へ入力

測定後のカーソル位置: 元の位置へ

測定繰返回数: 2 次測定までの待ち時間: 1.0 sec

毎日、繰返し測定を行う。

現在の日付時刻: 2007/03/26 21:34:39 更新

測定開始と終了年月: 2007年3月28日 ~ 2050年12月30日

測定を行う時: 00H 01M 00S から 23H 59M 00S までの間

測定の時間間隔: 10.0 分

Bookの保存先フォルダ: F:\一時貯り

Book名のハット: SOL

定期的にBookのバックアップ: 20 回毎

太陽電池の特性測定の繰返し回数を指定します。

毎日測定を繰り返す場合、開始年月日と終了年月日、及び、毎日の測定時間帯を指定します。

まず最初に、「測定器の型式」と「GP-IBアドレス」を指定してください。

最初は、このボタンで、使用する機器の型式と、そのGP-IBアドレスを設定してください。

## 「機器の設定」ボタン

GS610を使用するための共通項目を設定します。

測定器の構成

共通設定

測定器タイプ: GS610

名称: [ ]

測定モード: 2端子測定 / HI-IMP

出力ZERO状態: [ ]

GP-IBアドレス: 1

AUTO V/I

Excel出力で、ポーズ時、出力をZERO状態に設定

- 測定器型式が表示されます。
- もし必要なら、測定器に自由な名前を入力します。
- 2端子測定/4端子測定の切替を行います。
- 機器のGP-IBアドレスを設定します。
- 出力ゼロでのインピーダンスを設定します。
- 「AUTO V/I」をONに設定します。
- Excel出力の場合のポーズ中は出力状態を、ZERO状態にしたい場合にチェックをつけます。
- ZERO状態のインピーダンスのLO/HIの選択は本画面の「出力ZERO状態」の設定で行います。

GS610\_SOLAR2 Ver6

START PAUSE STOP

測定器内部スイープ

Excel スイープ リスト

GS610(1)

スイープ出力方法

出力単位: mA スイープモード: LIN

スタート: 0.0 mA AUTO RANGE

ストップ: 5.0 mA 終了時出力OFF

ステップ: 0.1 mA LAST/KEEP

制限電圧: 1.0 V 出力スルー

保持時間: 0.1 sec 往復スイープ

測定方法

積分時間: IPLC 測定遅延(sec): 0.001 測定項目: 電圧

MANU\_RANGE  AUTO\_ZERO  グラフ化

太陽電池の測定

機器の設定 PRESET END

# 太陽電池のI-V特性の方法

注)太陽電池の測定では、測定電流の極性が正負反転してExcelシートに入力されます。

## 本体のスweep機能を使用した測定

この「スweep」タブが選択されている時に「START」をクリックすると、設定した条件に基づき、機器の設定後、スweepを開始します。スweep完了後、その結果をExcel上に取込みます。取込データは、現在のカーソル位置から下方向に向かって入力されます。

使用する機器の型式が表示されます。括弧内の数値はGP-IBアドレスを表わします。機器型式とGP-IBアドレスの設定は、「機器の設定」ボタンで行います。

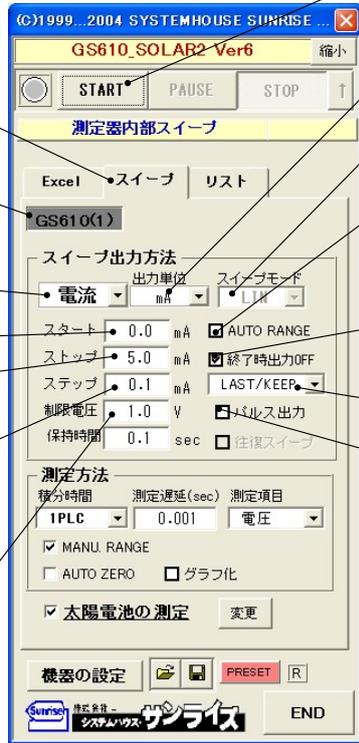
電圧スweep/電流スweepを切り換えます。

スweepスタート電圧/電流を入力します。

スweepストップ電圧/電流を入力します。LOGスweepの場合スタートとストップの正負の極性は同じにしてください。

LINスweepの時、ステップ電圧/電流を入力しLOGスweepの時、分割ステップ数を入力します。最大65,000までのステップ数の入力が可能です。測定とデータ取込に時間を要しますからあまり多くのデータの取り込みはお勧めできません。スweepデータを100ステップ分をパソコンに取り込むのに要する時間は、約15秒です。

電圧出力する時は、制限電流を入力し電流出力する時は、制限電圧を入力します。空欄の場合は、制限値はOFFに設定されます。



スweepを開始します。

スweepスタート/ストップ値の入力の単位を設定します。

リニア/ログのスweepを切り換えます。太陽電池の測定では、リニアスweepだけが可能です。

チェックを付けると出力はオートレンジになりチェックを外すと、出力範囲をカバーする最適なレンジに固定されます。特別な事情が無い限りオートレンジでのスweep測定はお勧めできません。スweep中にレンジ変更が発生し測定が阻害される場合があります。

出力完了時、機器の出力をOFFにして出力を終了します。チェックを付けないと、終了時、出力は最後の出力値でONを保持します。

スweep終了時の出力値の状態を選択します。

チェックを付けると、出力がパルス出力になります。下図が表示されますから、パルスの時間幅とベース値を入力してください。パルス出力にチェックを付けたら、「保持時間」がパルス周期に切り換わります。測定を伴うパルス出力では、最小パルス幅は、0.95msです。



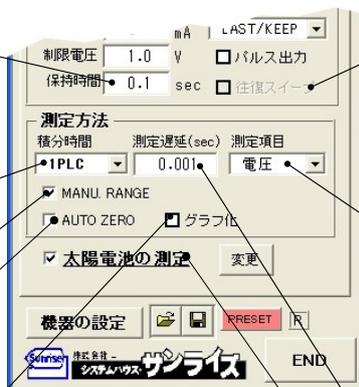
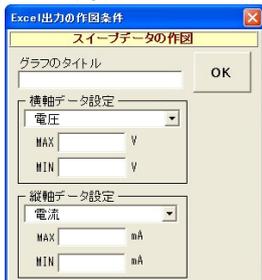
電圧/電流の各ステップでの出力保持時間を入力します。パルス出力の場合は、パルス周期に切り換わります。0.002~9999秒の範囲で入力できますが、積分時間、測定遅延時間、パルス幅により実際の保持時間は影響を受けます。

測定の積分時間を設定します。ここでの入力値が測定時間の長さを決定し、入力可能な保持時間(パルス幅)に影響を与えます。

測定するレンジを特定のレンジに固定する場合にチェックを付けます。

オートゼロをONにします。

スweep動作を完了し、測定データをExcelシートに取り込んだ後、自動的に作図を行います。右の画面で、その作図条件を入力します。MAX, MINの欄が空欄の場合、オートスケールで作図が行われます。



スweep測定を往復で測定します。ヒステリシスの評価に使用します。「スタート」から「ストップ」までスweepした後、最後の電圧値で一旦停止し、データをパソコンに取込みます。この間、スweepデータ数に応じたデータ取込時間だけスweepが停止します。データの取込を終了すると、「ストップ」から「スタート」に向かってスweepを再開します。太陽電池の測定では、往復スweepはできません。

測定する項目を選択します。選択をすると同時に、その測定値をExcelへ入力する時の単位を指定します。太陽電池の測定では、「電圧出力」で「電流測定」、「電流出力」で「電圧測定」だけが可能です。



出力値設定後、測定開始までの遅延時間を入力します。

太陽電池のI-V測定を行う場合はこのチェックを付けます。

「実電流で算出」と「電流密度で算出」の選択を行います。  
 「実電流で算出」は、実際に測定した電圧(V)、電流(mA)、電力(mW)をExcelに入力し、  
 「電流密度で算出」は、電流密度(mA/cm<sup>2</sup>)、電力密度(mW/cm<sup>2</sup>)で入力されます。(次ページ参照)

**算出するパラメータにチェックを付けます。**

ここに入力した電圧値に対応した電流値を算出します。

ここに入力した電流値に対応した電圧値を算出します。

受光部面積の入力単位を「cm<sup>2</sup>」、「m<sup>2</sup>」で切り換えます。電流密度計算は、この単位を使用します。

ソーラシミュレータ出力の入力単位を「mW/cm<sup>2</sup>」、「W/m<sup>2</sup>」で切り換えます。

ソーラシミュレータの出力を入力します。

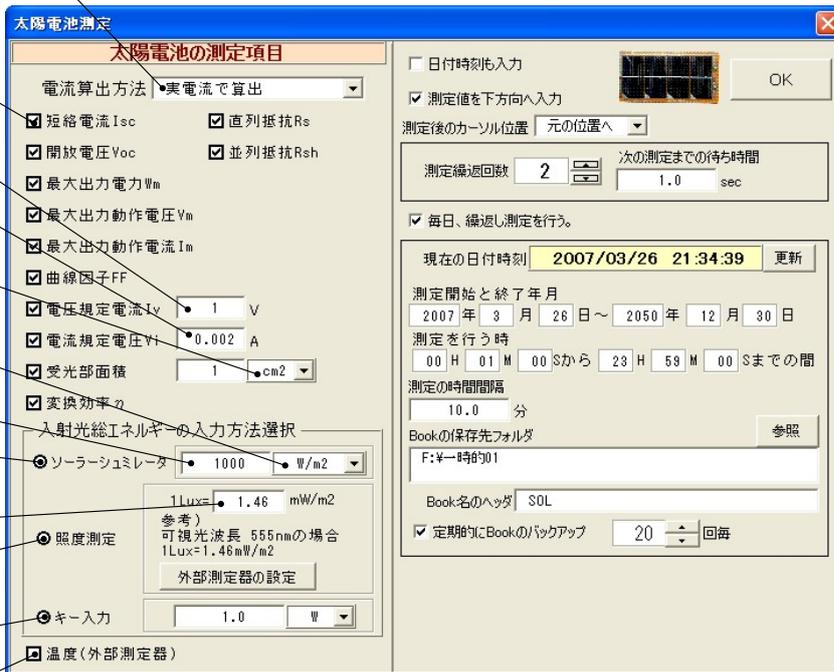
GP-IBで接続した照度計を使用して入力エネルギーを算出する場合に選択します。

照度計の測定単位「Lux」を「mW/cm<sup>2</sup>」に変換する係数を入力します。

照度計の通信条件を設定します。後述を参照ください。

入射エネルギーを直接キー入力します。この値は、そのまま、変換効率計算の分母になります。

GP-IBで接続した温度計で温度測定を行う場合にチェックを付けます。後述を参照ください。



測定の日付時刻を測定データに付加します。

測定データの入力方向を切り換えます。次ページ入力例を参照ください。

測定してデータを入力後、Excel上のカーソルをどこへ移動するかを選択します。

1回の測定で、何回繰り返し測定を行うの指定をします。

スイープとスイープの間合いの時間を入力します。

毎日毎日の連続測定を行う場合にチェックをつけます。(W32-R6244SOL2だけの機能)

測定を行う日付を入力します。

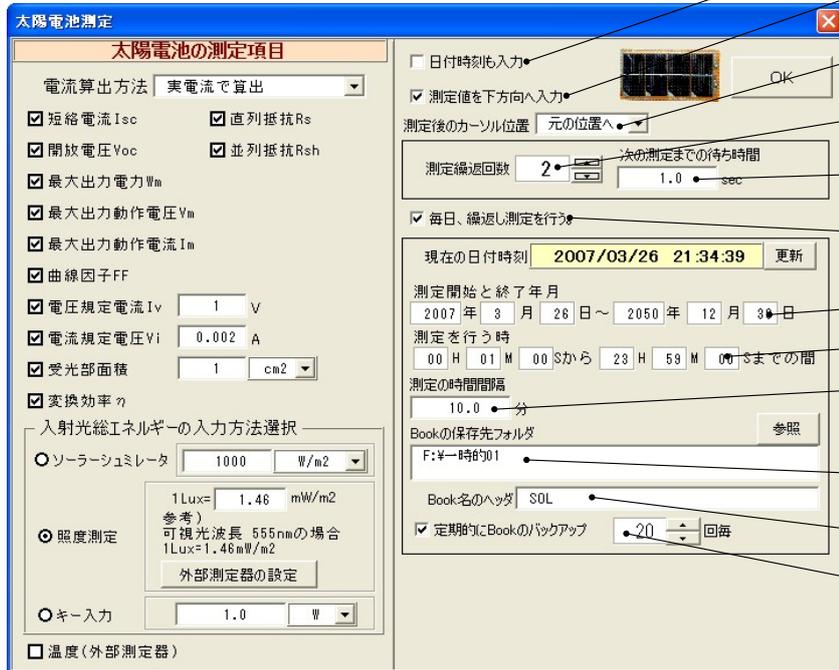
測定を行う時間帯を指定します。

測定と測定の時間間隔を入力します。スイープ開始から次のスイープ開始までの時間間隔です。

毎日の測定データの入力されたBookの保存先フォルダを入力します。

Book名の先頭に付けるヘッダを入力します。データの識別に使用します。

測定中、定期的にBookをバックアップ保存する場合にチェックを付けます。

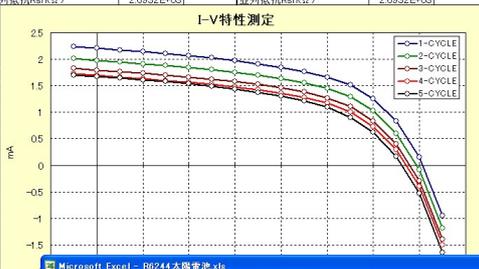


「実電流で算出」と  
「電流密度で算出」  
の測定結果の例

	A	B	C	D	E	F	G
1		実電流で算出例			電流密度で算出例		
2							
3							
4		短絡電流Isc(mA)	15.5888		短絡電流密度Isc(mA/cm <sup>2</sup> )	1.55888	
5		開放電圧Voc(V)	0.86314		開放電圧Voc(V)	0.86314	
6		最大出力電力Wm(mW)	8.6021		最大出力電力Wm(mW/cm <sup>2</sup> )	0.86021	
7		最大出力動作電圧Vm(V)	0.64		最大出力動作電圧Vm(V)	0.64	
8		最大出力動作電流Im(mA)	13.4408		最大出力動作電流Im(mA/cm <sup>2</sup> )	1.34408	
9		曲線因子FF	0.6393		曲線因子FF	0.6393	
10		直列抵抗Rs(Ω)	9.9863E+00		直列抵抗Rs(Ω/cm <sup>2</sup> )	9.9863E+01	
11		並列抵抗Rsh(Ω)	5.3974E+04		並列抵抗Rsh(Ω/cm <sup>2</sup> )	5.3974E+05	
12		電圧規定電流Iv(mA)	15.5855		電圧規定電流Iv(mA/cm <sup>2</sup> )	1.55855	
13		電流規定電圧Vv(V)	0.38865		電流規定電圧Vv(V)	0.38865	
14		受光部面積(cm <sup>2</sup> )	10		受光部面積(cm <sup>2</sup> )	10	
15		変換効率η(%)	0.86021		変換効率η(%)	0.86021	
16		入射光Pint(mW)	1000		入射光Pint(mW/cm <sup>2</sup> )	100	
17		電圧(V)	電流(mA)	電力(mW)	電圧(V)	電流密度(mA/cm <sup>2</sup> )	電力密度(mW/cm <sup>2</sup> )
18		-0.28	15.587146	-4.36440088	-0.28	1.5587146	-0.436440088
19		-0.24	15.5870516	-3.740892384	-0.24	1.55870516	-0.3740892384
20		-0.2	15.5876627	-3.11753254	-0.2	1.55876627	-0.311753254
21		-0.16	15.5880924	-2.494094784	-0.16	1.55880924	-0.2494094784
22		-0.12	15.5879416	-1.870552992	-0.12	1.55879416	-0.1870552992
23		-0.08	15.5879361	-1.247034888	-0.08	1.55879361	-0.1247034888
24		-0.04	15.5888741	-0.623554964	-0.04	1.55888741	-0.0623554964
25		0	15.5888168	0	0	1.55888168	0
26		0.04	15.5885247	0.623540988	0.04	1.55885247	0.0623540988
27		0.08	15.5875709	1.247006672	0.08	1.55875709	0.1247006672
28		0.12	15.5863351	1.870360212	0.12	1.55863351	0.1870360212
29		0.16	15.5863274	2.493812384	0.16	1.55863274	0.2493812384
30		0.2	15.5855262	3.11710524	0.2	1.55855262	0.311710524
31		0.24	15.5852495	3.74045988	0.24	1.55852495	0.374045988
32		0.28	15.5835134	4.36338375	0.28	1.55835134	0.436338375

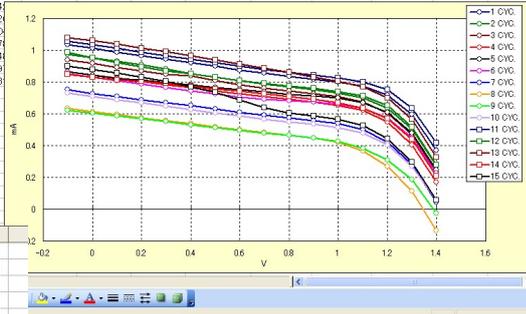
通常の測定データの入力例

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																																																																																																																										
1回目の測定		2回目の測定		3回目の測定																																																																																																																																																										
日付	2007/02/12	日付	2007/02/12	日付	2007/02/12	時刻	15:28:53	時刻	15:28:53	時刻	15:28:53	温度(外部測定器)	22.5	温度(外部測定器)	22.5	温度(外部測定器)	22.5	短絡電流Isc(mA)	2.2074	短絡電流密度Isc(mA/cm <sup>2</sup> )	0.22074	短絡電流Isc(mA)	1.9799	短絡電流密度Isc(mA/cm <sup>2</sup> )	1.9794	短絡電流Isc(mA)	2.2074	短絡電流密度Isc(mA/cm <sup>2</sup> )	0.22074	短絡電流Isc(mA)	1.38766	短絡電流密度Isc(mA/cm <sup>2</sup> )	1.38766	開放電圧Voc(V)	1.41389	開放電圧Voc(V)	1.38766	開放電圧Voc(V)	1.35781	最大出力Wm(mW)	1.67154	最大出力Wm(mW)	1.45074	最大出力Wm(mW)	1.27248	最大出力動作電圧Vm(V)	1.05	最大出力動作電圧Vm(V)	0.91	最大出力動作電圧Vm(V)	0.98	最大出力動作電流Im(mA)	1.59195	最大出力動作電流Im(mA)	1.43638	最大出力動作電流Im(mA)	1.29845	曲線因子FF	0.53554	曲線因子FF	0.52803	曲線因子FF	0.52281	直列抵抗Rs(Ω)	9.0637E+01	直列抵抗Rs(Ω)	9.0637E+01	直列抵抗Rs(Ω)	9.0637E+01	並列抵抗Rsh(Ω)	2.6932E+03	並列抵抗Rsh(Ω)	2.6932E+03	並列抵抗Rsh(Ω)	2.6932E+03	電圧規定電流Iv(mA)	1.6634	電圧規定電流Iv(mA)	0.54352	電圧規定電流Iv(mA)	1.6634	電流規定電圧Vv(V)	0.54352	電流規定電圧Vv(V)	0.54352	電流規定電圧Vv(V)	0.54352	受光部面積(cm <sup>2</sup> )	10	受光部面積(cm <sup>2</sup> )	10	受光部面積(cm <sup>2</sup> )	10	変換効率η(%)	0.167154	変換効率η(%)	0.167154	変換効率η(%)	0.167154	入射光Pint(mW)	1000	入射光Pint(mW)	1000	入射光Pint(mW)	1000	V	-0.1	2.241	2.241	-0.2241	0	2.2074	0	0.1	2.1749	0.21749	0.2	2.141	0.4282	0.3	2.1046	0.63138	0.4	2.065	0.826	0.5	2.0215	1.01075	0.6	1.9721	1.18326	0.7	1.9156	1.34062	0.8	1.8487	1.47896	0.9	1.7662	1.59138	1	1.6634	1.6634	1.1	1.5101	1.66111	1.2	1.256	1.5072	1.3	0.852	1.08576	1.4	0.1544	0.21616	1.5	-0.8489	-1.42355

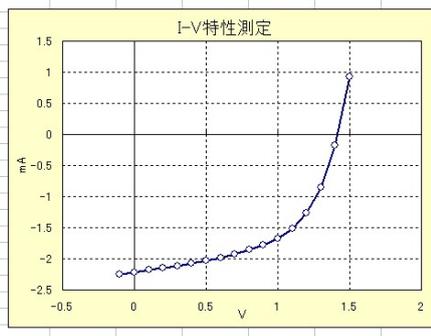


「測定値を下方向へ入力」にチェックを  
つけた場合の入力例

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																																																																																																																																																																																																																													
日付	2007/02/05	時刻	12:27:08	短絡電流Isc	1.0117	1.56484	0.8866	1.16	0.74878	0.54865	0.7745	1.34172	0.08666	1000	電流(mA)	1.0343	1.0117	0.9886	0.9	2007/02/05	12:27:13	0.9539	1.5178	0.77476	1.13	0.69563	0.53511	0.702	1.30173	0.077476	1000	電流(mA)	0.9743	0.9539	0.932	0.9	2007/02/05	12:27:16	0.9161	1.5015	0.74315	1.12	0.66353	0.54027	0.6747	1.27396	0.074315	1000	電流(mA)	0.9409	0.9161	0.8917	0.9	2007/02/05	12:27:20	0.8449	1.47166	0.68156	1.1	0.6196	0.54814	0.6196	1.2335	0.068156	1000	電流(mA)	0.8653	0.8449	0.8247	0.9	2007/02/05	12:27:23	0.8446	1.50893	0.74154	1.13	0.65623	0.58195	0.6716	1.28425	0.074154	1000	電流(mA)	0.885	0.8446	0.8239	0.9	2007/02/05	12:27:27	0.8283	1.50022	0.70242	1.13	0.62161	0.56526	0.6385	1.25917	0.070242	1000	電流(mA)	0.8515	0.8283	0.8066	0.7	2007/02/05	12:27:30	0.7275	1.41664	0.55334	1.07	0.51714	0.53015	0.5013	1.10168	0.055334	1000	電流(mA)	0.7525	0.7275	0.7072	0.6	2007/02/05	12:27:33	0.6146	1.34545	0.44265	1	0.4206	0.50502	0.3665	0.60227	0.04206	1000	電流(mA)	0.6339	0.6146	0.5956	0.5	2007/02/05	12:27:37	0.6058	1.38821	0.4426	1	0.4206	0.50502	0.3665	0.60227	0.04206	1000	電流(mA)	0.6058	0.6058	0.5896	0.5	2007/02/05	12:27:40	0.7091	1.42509	0.54	1	0.4206	0.50502	0.3665	0.60227	0.04206	1000	電流(mA)	0.6058	0.7091	0.6889	0.6	2007/02/05	12:27:44	1.0347	1.59277	0.80	1	0.4206	0.50502	0.3665	0.60227	0.04206	1000	電流(mA)	0.6058	1.0347	1.0114	0.8	2007/02/05	12:27:47	0.9516	1.51766	0.74	1	0.4206	0.50502	0.3665	0.60227	0.04206	1000	電流(mA)	0.6058	0.9516	0.9203	0.8	2007/02/05	12:27:51	1.0601	1.53634	0.84	1	0.4206	0.50502	0.3665	0.60227	0.04206	1000	電流(mA)	0.6058	1.0601	1.0377	1.0	2007/02/05	12:27:54	0.8301	1.49265	0.69	1	0.4206	0.50502	0.3665	0.60227	0.04206	1000	電流(mA)	0.6058	0.8301	0.8148	0.8	2007/02/05	12:27:58	0.8787	1.42395	0.58	1	0.4206	0.50502	0.3665	0.60227	0.04206	1000	電流(mA)	0.6058	0.8787	0.8554	0.8



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
V																				
	-0.1	-2.2488																		
	0	-2.2158																		
	0.1	-2.1824																		
	0.2	-2.1483																		
	0.3	-2.1122																		
	0.4	-2.0722																		
	0.5	-2.0285																		
	0.6	-1.9788																		
	0.7	-1.9218																		
	0.8	-1.8557																		
	0.9	-1.7757																		
	1	-1.6717																		
	1.1	-1.5184																		
	1.2	-1.267																		
	1.3	-0.8489																		
	1.4	-0.1705																		
	1.5	0.9267																		



「太陽電池の測定」にチェックを付けないで測定した場合は  
このような測定結果が表示されます。  
(電流値が正負逆)

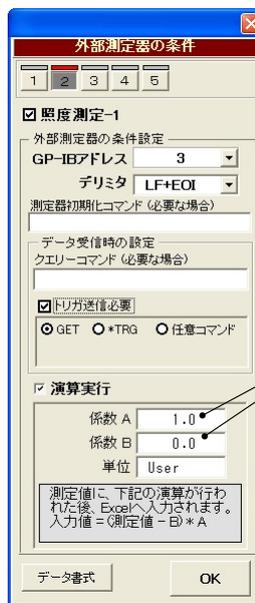
## 「温度」にチェックをつけた場合

温度測定にチェックをつけた場合の  
温度計の設定画面  
細 は、11ページ目「外部測定器」の項  
を参照ください。



## 「照度計測定」を選択し「外部測定器」の設定を行う場合

照度計は、最大4台(2,3,4,5)まで使用可能です。複数台の照度計を指定した場合、  
その照度計の測定値を平均化処理して照度値として使用されます。  
細 は、11ページ目「外部測定器」の項を参照ください。



測定した電圧値をルクスの単位に変換する係数を  
入力します。  
 $Lux = (\text{測定電圧} - B) * A$

- ※測定の順番について
- 1.最初に温度測定を行います。
  - 2.次に照度計の測定を行います。
  - 3.最後にI-V測定を行います。

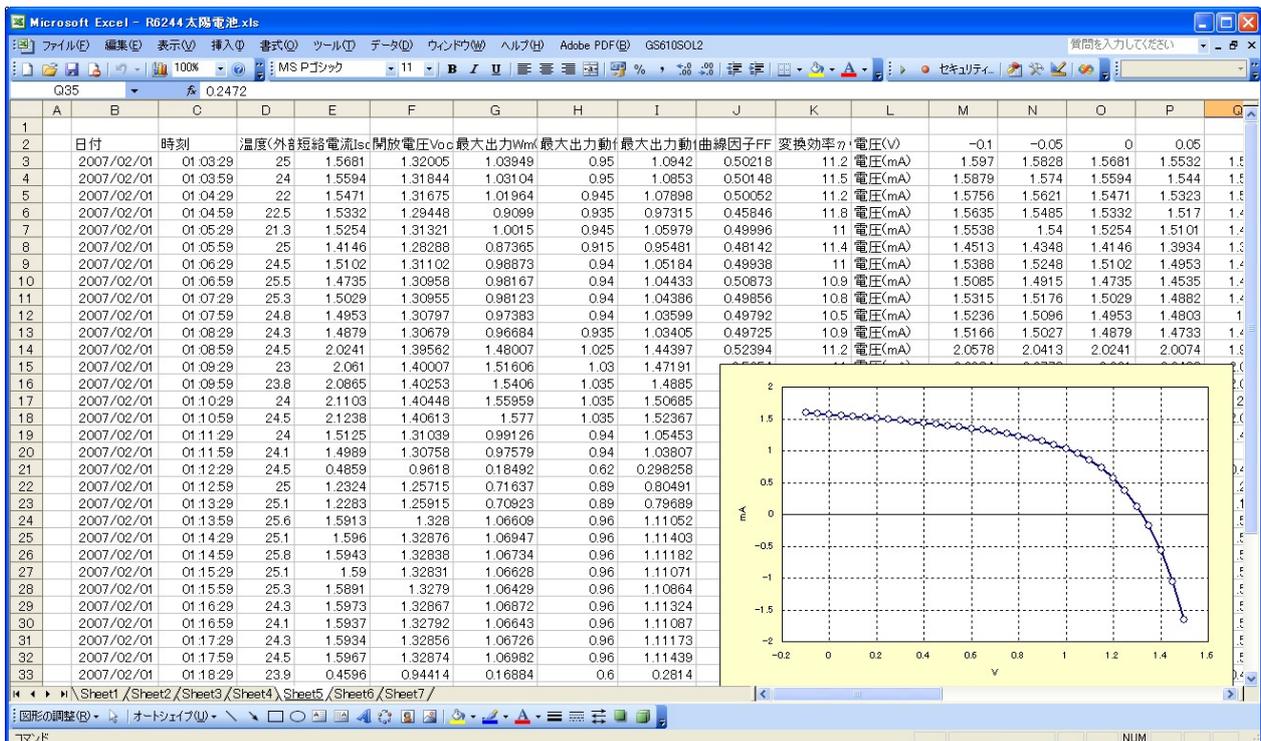
## 毎日の連続測定を行う場合

「毎日、繰返し測定を行う」にチェックをつけた場合。

- 1.スタートすると、下記のBook名で、現在開かれているBookの名前が変更された後、指定された時刻まで待ち状態になります。
- 2.指定時刻になると、自動的に測定が開始されます。測定データは、Excelシートの下方向に入力されていきます。
- 3.指定された終了時刻になると(または、Excelシートの最下行に到達すると)、その日の測定を自動的に終了し、Bookを保存し閉じます。
- 4.Bookを閉じた後、直ちに新しいBookを自動的に作成し、次の日の測定開始まで待機します。
- 5.このように、「2」から「4」を繰返し、終了日付の終了時刻になると全測定を終了します。

作成されるExcelブックの名前

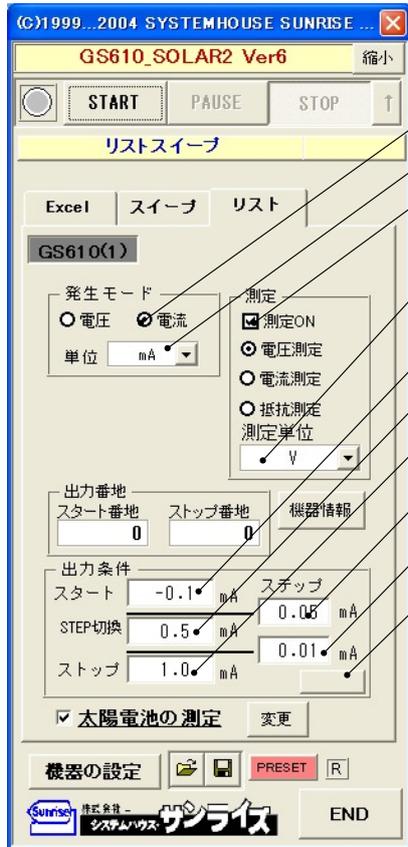
“Book名のヘッダ” + “\_” + 年月日 + “\_” + 時分秒 + “.xls”



# I-V測定 of 測定間隔を途中で切り換えて測定する方法

注「W32-GS610SOL2」だけの機能です。

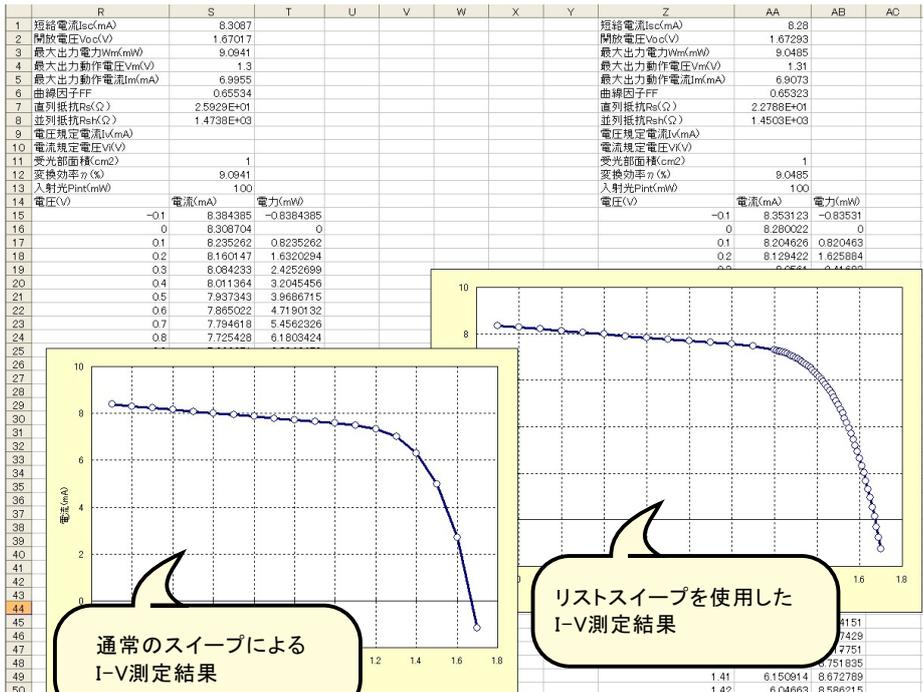
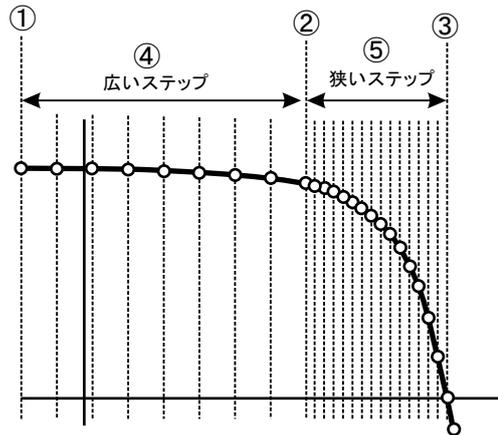
I-V測定 of 測定スweep中に、測定間隔を途中で切り換えて測定するためには、「リスト」タブを開き、「太陽電池 of 測定」にチェックを付けます。



- 電圧発生/電流発生を選択します。
- 発生値 of 単位を設定します。
- 測定をONにします。
- 測定値をExcelへ入力する単位を選択します。

- ①スweep開始値を入力します。
- ②測定間隔を切り換える場所を指定します。
- ③スweep停止値を入力します。
- ④スweep最初 of 測定間隔を入力します。
- ⑤スweep途中で測定間隔を切換え後 of 測定間隔を入力します。

このボタンをクリックすると、「出力条件」枠内に入力した値からスweep出力リストを作成し、ソースメータ内部 of カスタムスweep領域に転送します。正常に転送を完了すると、ボタンが赤色になります。測定開始前に、このボタンをクリックしてください。もし、このボタンをクリックしないで測定を開始すると、出力リストが自動的に転送され、その後、測定が開始されます。



通常のスweepによる I-V測定結果

リストスweepを使用した I-V測定結果

## Excelデータのリアルタイム出力と測定

「Excel」タブを選択した後、「START」ボタンで出力及び測定を開始します。

出力する電圧または電流値を、事前にExcelシートに入力しておく必要があります。また、「Excel位置」ボタンで、機器が出力するExcelシート上のデータ位置先頭を指定してください。

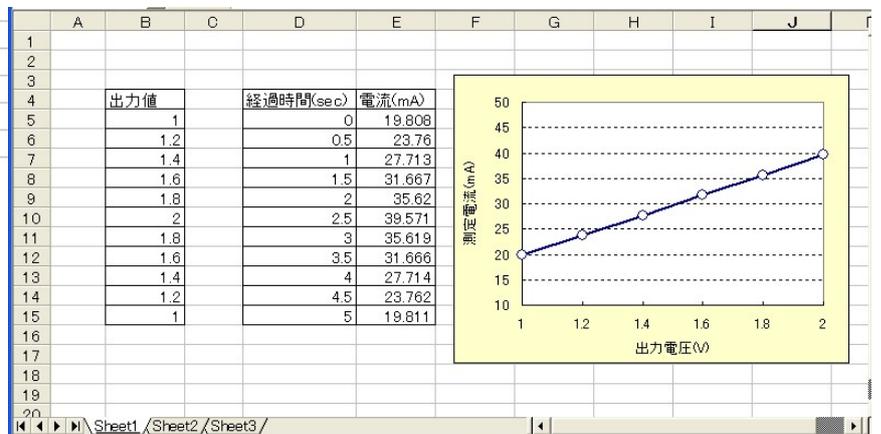
上記設定をした後、「START」ボタンをクリックすると指定位置から順次下方向にデータが出力され、その測定結果が現在のカーソル位置に入力されます。「Excel位置」ボタン参照

### 出力データのExcelシートへの入力例

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4		出力値	出力保持時間	
5		1	0.5	
6		1.2	5	
7		1.4	2	
8		1.6	1	
9		1.8	0.5	
10		2		
11		1.8		
12		1.6	1	
13		1.4		
14		1.2	2	
15		1		
16				
17				

この位置にカーソルを置いて「Excel位置」ボタンをクリックすると出力データの位置が登録され、ここから下に向かってデータが出力されます。位置はExcelシート上の任意の位置です。もし、「保持時間をExcelから」にチェックを付けた場合は、出力データのすぐ右の列に各ステップの保持時間を入力します。この保持時間で途中で空欄がある場合は、最後に有効な入力時間が継承されます。

### V-I特性の測定結果例



### 同じ出力値を繰り返し出力する場合

同じ出力値で繰り返し測定を行うためには、Excelシートのセルに「出力値(測定回数)」として入力し、そのセル位置を出力位置に指定します。各測定は「保持時間」で入力した時間毎に測定を繰り返します。

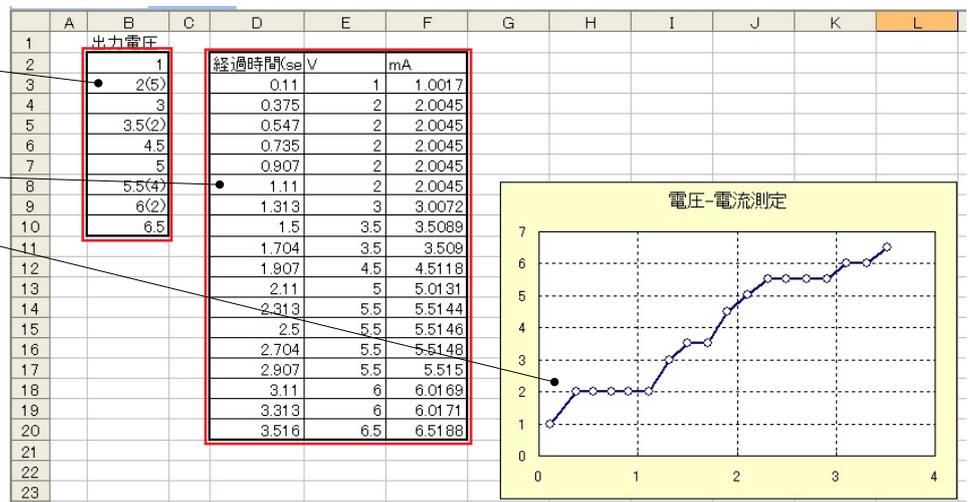
例えば、5Vの一定出力で、100回の繰り返し測定を行う場合、「5(100)」と入力します。Excelのバージョンによっては、上記の入力方法でExcelが入力エラーを発生する場合があります。その場合は、先頭に「アポストロフィー」(シングルクォーテーション)を入力し、その後ろに「5(100)」を入力してください。

例 「'5(100)」

同じ出力値を繰り返し出力する場合は、出力値の後ろに丸括弧で囲んで出力する繰り返し回数を指定します。

測定値が入力された例

作図の例



使用する機器の型式が表示されます。括弧内の数値はGP-IBアドレスを表わします。機器型式とGP-IBアドレスの設定は、「機器の設定」ボタンで行います。

Excel上のデータを電圧として出力するか、電流として出力するかを設定します。また、「電圧/電流」を選択すると、電圧出力と電流出力を混在して出力が可能です。

ここにチェックを付けると、各出力値の保持時間を各ステップ毎に独立して設定することができます。各ステップの保持時間はExcelシートに入力します。

電圧出力する時は、制限電流を入力し、電流出力する時は、制限電圧を入力します。空欄の場合は、制限値 処理はOFFに設定されます。この欄をダブルクリックすると、上側制限値と下側制限値を別々の値に設定できます。(下図)



電圧・電流の出力保持時間を入力します。パソコンのタイマで時間を管理しますから、あまり正確ではありません。あくまでも、目標値として設定します。パルス出力の場合は、パルス周期に切替わります。0.1~9999秒の範囲で入力できますが、他の出力条件やパソコンの性能により、0.1秒付近の時間は守れない場合があります。

「出力一定」にチェックを付けると、GS610の出力を一定に保ったまま、測定だけを連続的にを行います。右テキストボックスに出力電圧を入力します。また、チェックを付けたとき、下記画面が表示されますから、測定回数を入力してください。③参照

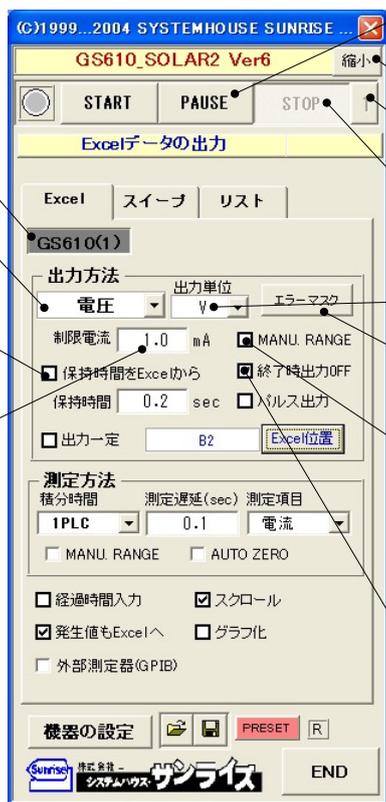
測定の積分時間を設定します。ここでの入力値が測定時間の長さを決定し、入力可能な保持時間(パルス幅)に影響を与えます。

測定するレンジを特定のレンジに固定する場合にチェックを付けます。パルス出力の場合は、マニュアルレンジだけが可能です。

測定スタートからの経過時間を、測定値と同時にExcelシートに入力します。

発生値を、測定値と同時にExcelシートへ入力します。作図のときに便利です。

GP-IBで接続したマルチメータ等の測定を同時に行います。後述参照。外部測定器の測定は、GS610の測定値を読み取った直後に行われます。



現在の出力と測定を完了後、一時停止します。「PAUSE」を押したまま、「START」を押すと、ステップ動作になります。最初に「PAUSE」を押した後に「START」を押しても、ステップ動作になります。「PAUSE」を解除すると、連続出力モードに戻します。「Excel」タブが選択されたときのみ、有効です。

画面を縮小表示に切り換えます。

Excel出力で、ポーズ中、1前の測定値をクリアします。再測定が必要な場合に使用します。

出力を中断します。

Excel上のデータを出力する時の単位を設定します。Excel上のデータが「100」で、「mV」を設定すると、100mVが出力されます。

出力中に機器にエラーが発生した場合、出力を中断する条件を設定します。細は次頁①参照

マニュアルレンジにチェックを付けると、指定されたレンジに固定したレンジで常に出力が行われます。右図が表示されますから、レンジ値を入力してください。入力した値を出力する最適なレンジに固定されます。パルス出力の場合は、ここで入力は無視され、Excel上の最大値から、固定レンジが自動的に計算されます。



Excel上のデータの出力完了時、機器の出力をOFFにして出力を終了します。チェックを付けないと、終了時、出力は最後の出力値でONを保持します。

チェックを付けると、出力がパルス出力になります。右図が表示されますから、パルスの時間幅とベース値を入力してください。パルス出力にチェックを付けると、「保持時間」がパルス周期に切り換わります。



出力するデータ先頭位置を指定します。Excel上のカーソルを出力したい先頭位置に置いてこのボタンをクリックします。左のテキストボックスに、カーソル位置が自動的に入力されます。下図参照

出力値設定後、測定開始までの遅延時間を入力します。空欄にすると、測定は保持時間の末尾で行われます。パルス出力の場合、空欄はパルス末尾で測定が行われます。

測定する項目を選択します。選択と同時に、その測定値をExcelへ入力する時の単位を指定します。④参照

オートゼロをONにします。

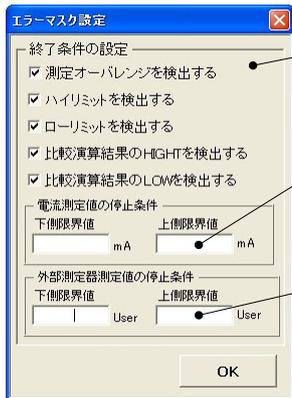
測定中、測定値が常にExcelシート表示されるように、Excelシートを自動的にスクロールします。

測定中、データのリアルタイム作図を行います。下の画面で、その作図条件を入力します。MAX, MINの欄が空欄の場合、オートスケールで作図が行われます。②を参照

測定器をリセットします。

入力した全ての条件をロード及びセーブします。

### ① 「エラーマスク」(終了条件の設定)ボタン

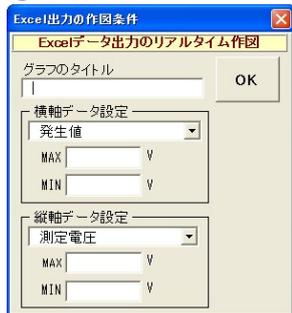


出力中に機器にエラーが発生した場合、出力を中断する条件を設定します。

GS610の内部測定値を入力します。測定値が、ここに入力した値を外れると試験を自動的に中断します。下限値、上限値の両方または、どちらか一方を入力します。空欄は判定を行いません。この判定は、その測定値をExcelに入力した直後に行われます。

外部測定器の測定値に対する判定値を入力します。外部測定器での測定を行わないと、ここでの入力は無効になります。

### ② 「グラフ化」にチェック



### ③ 「出力一定」にチェック



### ④ 測定項目の選択後の単位指定

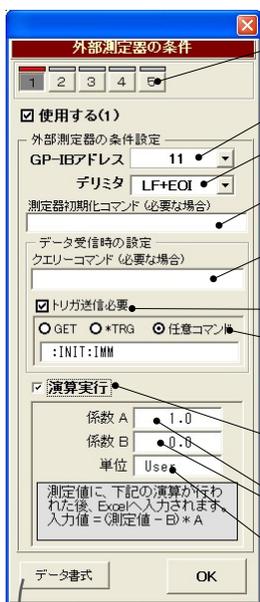


### ⑤ 外部測定器(マルチメータ等)の設定方法

外部測定器とはGP-IBでパソコンと接続されている必要があります。(下図)

外部測定器から送られてくるデータのフォーマットは、ASCIIであり、複数のデータの場合(Max10個)、データ間はコマンドで区切られている必要があります。

注)全ての測定器との通信を保証するものではありません。



設定する外部測定器番号を選択します。

外部測定器のGP-IBアドレスを設定します。

測定器のデリミタを設定します。通常は、LF+EOIです。

測定開始前に、測定器に送信するコマンドがある場合は、ここに入力します。ファンクションやレンジ切換えのコマンドを入力します。通常は空欄です。

もし、外部測定器からデータを受け取る時、クエリコマンドを事前に送信する必要がある時、ここに送信するクエリコマンドを入力します。ほとんどの場合、空欄でOKです。

もし、マルチメータがSCPIコマンド準拠のものでしたら、下記のコマンドのどれかが使用されます。  
:READ? :FETCH? :MEAS?

外部測定器のデータ受信時にトリガが必要な時、チェックをつけます。

「GET」、「\*TRG」、「任意コマンド」からトリガの方法を選択します。通常は、「GET」の選択をします。「任意コマンド」を選択した場合は、トリガコマンドをテキストボックスに入力します。

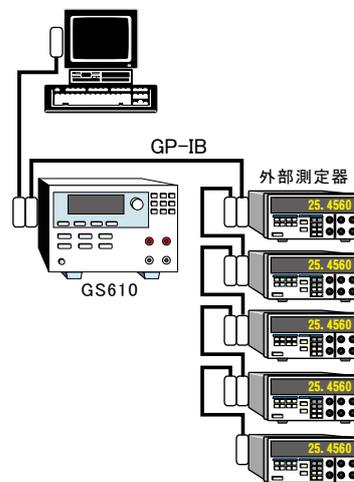
外部測定器のデータに演算処理を行うときにチェックします。複数のデータが受信された場合は、その全てのデータに、下記に入力した演算が行われます。

取り込んだデータに、下記演算を行った後、Excelへ入力します。  
Excelへの入力値 = (測定器データ - B) \* A

ヘッダとしてExcelへ入力する事項をここに入力します。空欄の場合、「外部測定器」が入力されます。

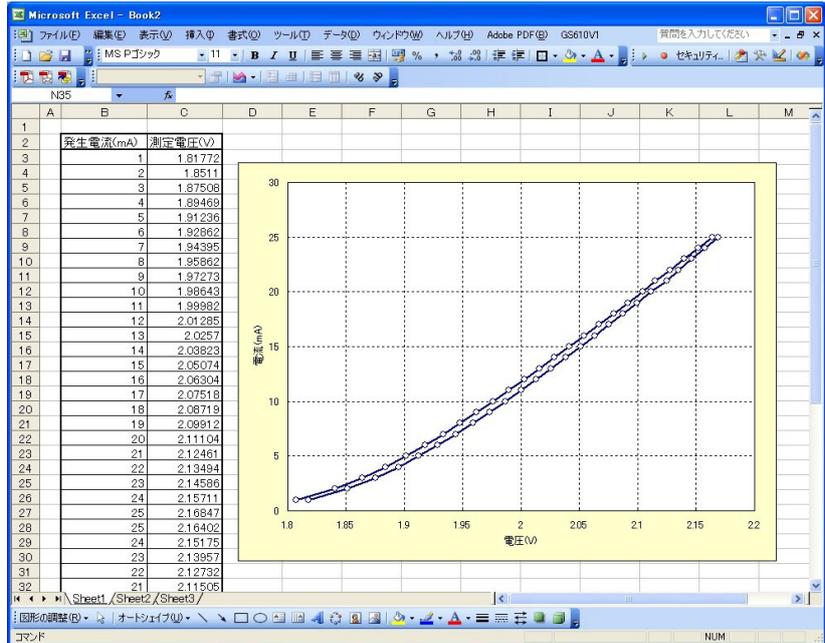
外部測定器のデータを数値として扱うか、文字として扱うかの選択を行ないます。通常は、「数値データ」に設定します。

外部測定器から複数のデータが送信される場合、データの区切り文字を指定します。一般的には、「コンマ」が使用されます。



# GS610本体のスイープ機能を使用した測定

## 測定器のスイープ機能を使用した測定結果の例



### 本体のスイープ機能を使用した測定

この「スイープ」タブが選択されている時に「START」をクリックすると、設定した条件に基づき、機器の設定後、スイープを開始します。スイープ完了後、その結果をExcel上に取込みます。取込データは、現在のカーソル位置から下方向に向かって入力されます。

使用する機器の型式が表示されます。括弧内の数値はGP-IBアドレスを表わします。機器型式とGP-IBアドレスの設定は、「機器の設定」ボタンで行います。

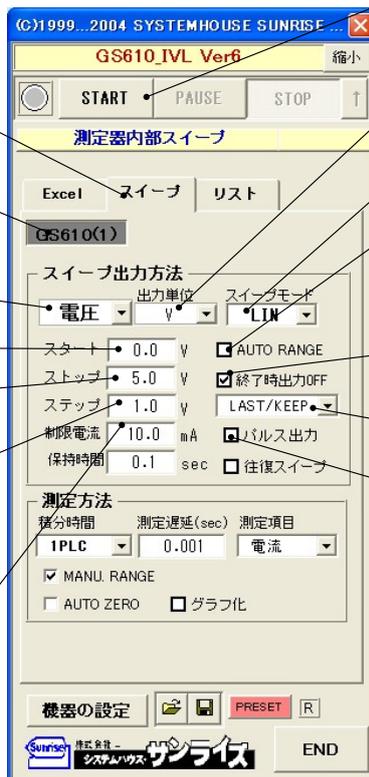
電圧スイープ/電流スイープを切り換えます。

スイープスタート電圧/電流を入力します。

スイープストップ電圧/電流を入力します。LOGスイープの場合スタートとストップの正負の極性は同じにしてください。

LINスイープの時、ステップ電圧/電流を入力しLOGスイープの時、分割ステップ数を入力します。最大65,000までのステップ数の入力が可能です。測定とデータ取込に時間を要しますからあまり多くのデータの取り込みはお勧めできません。スイープデータを100ステップ分をパソコンに取り込むのに要する時間は、約15秒です。

電圧出力する時は、制限電流を入力し電流出力する時は、制限電圧を入力します。空欄の場合は、制限値はOFFに設定されます。



スイープを開始します。

スイープスタート/ストップ値の入力の単位を設定します。

リニア/ログのスイープを切り換えます。

チェックを付けると出力はオートレンジになりチェックを外すと、出力範囲をカバーする最適なレンジに固定されます。特別な事情が無い限りオートレンジでのスイープ測定はお勧めできません。スイープ中にレンジ変更が発生し測定が阻害される場合があります。

出力完了時、機器の出力をOFFにして出力を終了します。チェックを付けないと、終了時、出力は最後の出力値でONを保持します。

スイープ終了時の出力値の状態を選択します。

チェックを付けると、出力がパルス出力になります。下図が表示されますから、パルスの時間幅とベース値を入力してください。パルス出力にチェックを付けたら、「保持時間」がパルス周期に切り換わります。測定を伴うパルス出力では、最小パルス幅は、0.95msです。



電圧／電流の各ステップでの出力保持時間を  
を入力します。パルス出力の場合は、パルス  
周期に切り換わります。  
0.002～9999秒の範囲で入力できますが、  
積分時間、測定遅延時間、パルス幅により  
実際の保持時間は影響を受けます。

測定の積分時間を設定します。  
ここでの入力値が測定時間の長さを決定し、  
入力可能な保持時間(パルス幅)に影響を  
与えます。

測定するレンジを特定のレンジに固定する  
場合にチェックを付けます。

オートゼロをONにします。



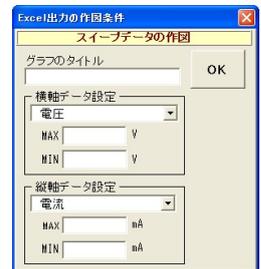
スイープ測定を往復で測定します。  
ヒステリシスの評価に使用します。  
「スタート」から「ストップ」までスイープした後、最後の  
電圧値で一旦停止し、データをパソコンに取り込みます。  
この間、スイープデータ数に応じたデータ取込時間だけ  
スイープが停止します。データの取込を終了すると、  
「ストップ」から「スタート」に向かってスイープを再開  
します。

出力値設定後、測定開始までの遅延時間を入力  
します。

測定する項目を選択します。選択すると同時に、  
その測定値をExcelへ入力する時の単位を指定し  
ます。

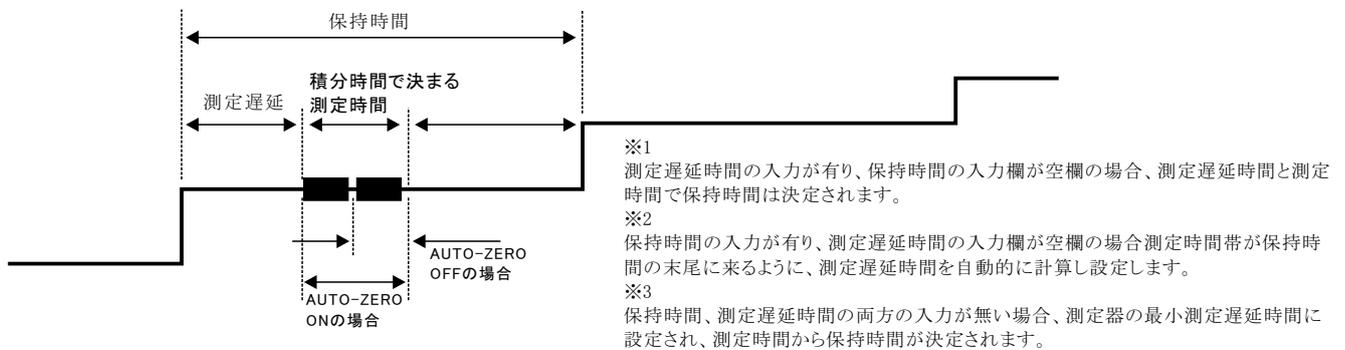


スイープ動作を完了し、測定データをExcelシートに  
取り込んだ後、自動的に作図を行います。右の画面  
で、その作図条件を入力します。MAX,MINの欄が空  
欄の場合、オートスケールで作図が行われます。



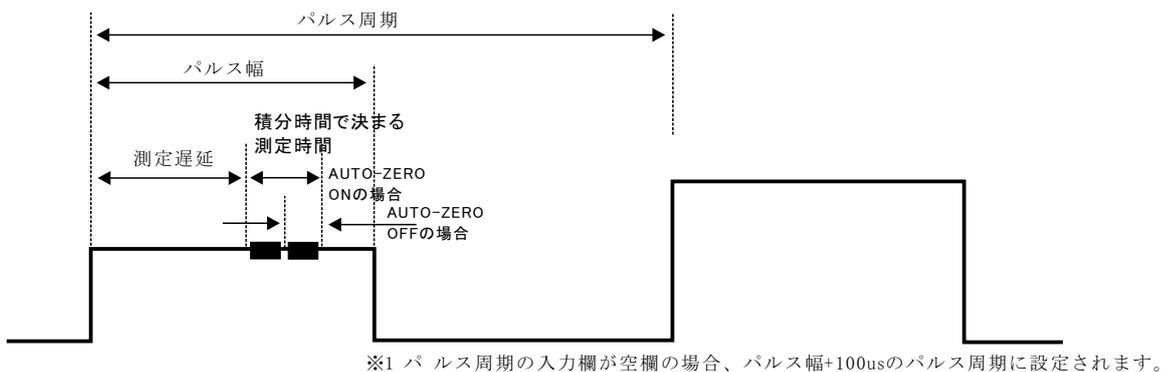
## DC出力の場合のタイミングチャート概略

「Excelデータのリアルタイム出力」の場合、下記の「保持時間」は、パソコン側で時間を管理しますから、高精度な時間は期待できませんし、繰返しごとの時間のばらつきも発生します。



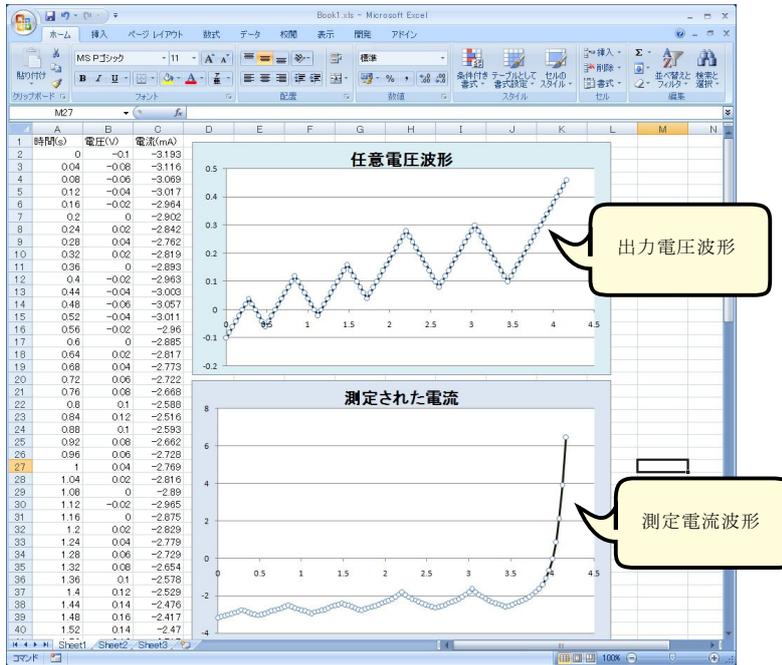
## パルス出力の場合のタイミングチャート概略

「Excelデータのリアルタイム出力」の場合、下記の「パルス周期」は、パソコン側で時間を管理しますから、高精度な時間は期待できませんし、繰返しごとの時間のばらつきも発生します。



# GS610本体のリストスイープ機能を使用した測定

## ランダム波形でスイープした例



## Excel上のデータをリスト(プログラム)スイープとして出力

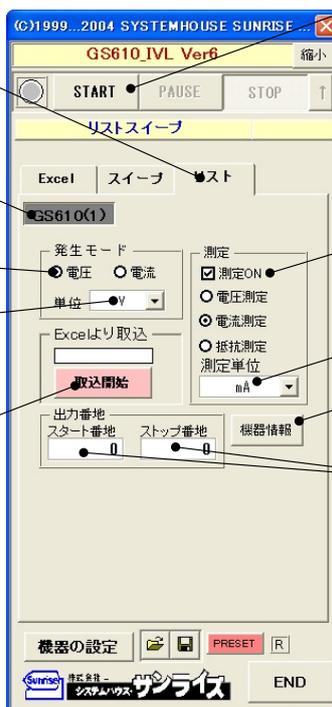
この「リスト」タブが選択されている時に「START」をクリックすると、GS610本体に保存されている出力リストファイル「SunriseList.csv」に従ってスイープを実行し、その測定結果をExcel上に取込みます。取込データは、現在のカーソル位置から下方向に向かって入力されます。

出力と測定の条件を入力する機器を選択します。括弧内の数値はGP-IBアドレスを表わします。GP-IBアドレスの設定は、「機器の構成」ボタンで行います。

Excelシートより、電圧値として取り込むか、電流値として取り込むかを選択します。

取り込むデータの単位を設定します。例えば、Excel上のデータが「100」で「mA」を設定した場合、100mAとして取り込まれます。

Excel上の数値データリストを読んで、GS610内部にプログラムスイープリストを作成します。その時のファイル名は、常に「SunriseList.csv」となります。「START」ボタンにより、このリストによるスイープ出力がおこなわれます。Excel上の現在のカーソル位置から下方向にデータの取り込みを開始します。セルが空欄になるか、6,000個になると、取り込みを終了します。取り込んだ結果は、下の出力番地に反映されます。



リストスイープを開始します。ここでのスイープ条件は、全て「スイープ」タブの画面で入力した条件が採用されます。  
 ・制限電流/電圧  
 ・保持時間  
 ・出力レンジ  
 ・積分時間  
 ・測定遅延などです。  
 自動作図機能はありません。

リストスイープと同時に測定を行うときにチェックを付けます。電圧測定/電流測定/抵抗測定のどれか一つの選択となります。

測定結果をExcelへ入力するときの単位を設定します。

接続されている機器の型式を取得し、表示します。

Excelシートから取り込んだリストスイープデータ数が表示されます。