

# 2281S-20-6

# バッテリー・シミュレータ

- 充放電サイクル時のバッテリー出力をシミュレーション
- バッテリー・モデルの作成、編集、インポート、エクスポート
- バッテリー・テスト・モードによる測定結果を基に、自動的にバッテリー・モデルのライブラリを作成
- シミュレーションしたバッテリーのSOC、 $V_{OC}$ 、 $V_t$ の変化をリアルタイムに表示
- アンペアアワー (Ah) と ESR (等価直列抵抗) によるバッテリー容量の計算
- バッテリーのSOC、 $V_{OC}$ 、容量、ESRのプログラム
- ダイナミック、スタティックの2種類のシミュレーション・モードを装備
- 充放電時の電流／電圧のモニタリング
- 最大120W、低ノイズのリニア (シリーズ) レギュレータ電源
- 優れた精度で100nA～6Aの負荷電流をモニタ可能
- 6.5桁の分解能による電圧／電流の測定
- 最大1Aのシンク電流、最大6Aのソース電流
- グラフ機能内蔵により、トレンド解析、電圧／電流波形の表示が容易に
- 高解像度TFTディスプレイ、ソフトキー／アイコンベースのユーザ・インタフェースにより、電源操作が容易に
- 他のデバイス／計測器と直接通信するためのデジタルI/Oを装備
- GPIB、USB、LANインタフェースを装備
- ウェブ・ブラウザで前面パネルのエミュレーションと操作が行え、自動制御とモニタリングを簡素化



2281S型は、バッテリー・シミュレーション機能と高精度電源／バッテリー・テスト機能を統合した、画期的なバッテリー・シミュレータです。DUT (Device Under Test、被測定デバイス) の消費電流解析、バッテリーのテスト、バッテリー充電プロセスを基にしたバッテリー・モデルの生成、バッテリー・モデルを元にしたバッテリーのシミュレーションが行えます。2281S-20-6型は、最大20V、6Aの出力、および最大1Aのシンク電流の出力が行えます。

2281S型は、リニア (シリーズ) レギュレータにより、低出力ノイズ、優れた電流測定感度を実現しています。高解像度カラーTFTディスプレイにより、さまざまな測定情報を表示できます。ソフトキー・ボタン、ナビゲーション・ホイール、TFTディスプレイを組み合わせることにより操作性に優れたユーザ・インタフェースを実現しており、すばやい機器のセットアップ、操作が可能になります。さらに、内蔵のプロット機能によりドリフトなどのトレンドをモニタすることもできます。作業ベンチでの使用、自動テスト・システムなどのアプリケーションにも柔軟に対応できます。さらに、リスト・モード、トリガ、その他の速度最適化機能により、自動試験などのアプリケーションにおいてテスト時間が短縮できます。

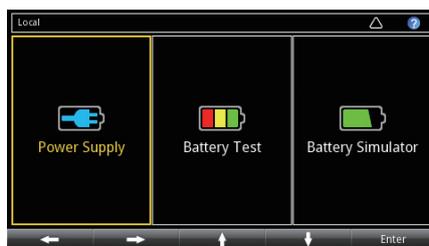


図1. 2281S型のスタートアップ画面



図2. バッテリー・シミュレータのホーム画面

## バッテリー・モデルに基づいたバッテリー・シミュレーション

2281S型のバッテリー・シミュレータ機能では、選択したバッテリー・モデルを基に、実際のバッテリー出力性能がシミュレーションできます。充電状態 (SOC) と電圧オープン回路 ( $V_{OC}$ ) を任意の状態に設定し、特定の環境でデバイスをテストできます。次の2つのモードが選択できます。

- **スタティック**：スタティック・シミュレーションでは、 $V_{OC}$ とSOCは同じ値を保持。
- **ダイナミック**：ダイナミック・シミュレーションでは、充電、放電によって $V_{OC}$ とSOCは実際のバッテリーのように変化します。

テスト効率を上げるため、容量を低下させて充放電プロセスを進めることもできます。

## 2281S-20-6

ご購入の際は以下の型名をご使用ください。

2281S-20-6 バッテリー・シミュレータ  
(20V, 6A)

## 標準付属品

クイック・スタート・ガイド (和文)  
KickStartクイック・スタート・ガイド  
ユーザ・ドキュメントCD  
LANクロスオーバー・ケーブル  
電源ケーブル  
後部パネル・コネクタとカバー

## アクセサリ (別売)

2280-001	後部パネル・コネクタとカバー
2280-TEST-LEAD	電源テスト・リード・キット、1000V、20A定格
2450-TLINK	トリガ・リンク・ケーブル (2281S型のデジタルI/Oと、他のケースレー製品 のトリガ・リンクI/Oを接続するためのケーブル)
4299-8	ラックマウント・キット (1台用)
4299-9	ラックマウント・キット (2台用)
4299-10	ラックマウント・キット (2Uのグラフィック・ディスプレイ機器と 26xxシリーズ用)
4299-11	ラックマウント・キット (2Uのグラフィック・ディスプレイ機器と 24xxシリーズ、2000シリーズ用)
CA-180-3A	LANクロスオーバー・ケーブル
7007-05	IEEE-488インタフェース・ケーブル (ダブル・シールド、0.5m)
7007-1	IEEE-488インタフェース・ケーブル (ダブル・シールド、1m)
7007-2	IEEE-488インタフェース・ケーブル (ダブル・シールド、2m)
7007-3	IEEE-488インタフェース・ケーブル (ダブル・シールド、3m)
7007-4	IEEE-488インタフェース・ケーブル (ダブル・シールド、4m)
KPCI-488LPA	PCIバス用IEEE-488.2インタフェース・ボード
KUSB-488B	USBポート用IEEE-488.2 USB-GPIB インタフェース・アダプタ (2mケーブル付)
USB-B-1	USBケーブル (Type A-B)、1m

## サービス (別売)

2281S-20-6-EW	製品保証期間後1年修理保証
2281S-20-6-5Y-EW	製品保証期間後2年修理保証
C/2281S-20-6-3Y-STD	3年標準校正 (納品後3回実施)
C/2281S-20-6-3Y-DATA	3年標準校正 (納品後3回実施) 試験成績書付
C/2281S-20-6-5Y-STD	5年標準校正 (納品後5回実施)
C/2281S-20-6-5Y-DATA	5年標準校正 (納品後5回実施) 試験成績書付

## バッテリー・シミュレータ

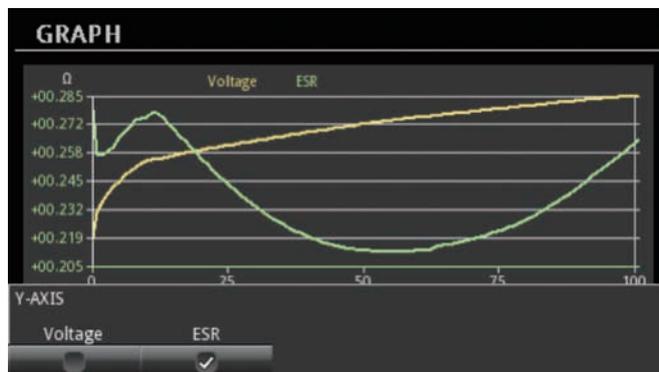


図3.  $V_{oc}$ 、ESR、SOCのグラフ

## バッテリー・テストにおけるSOC、ESRの特定とバッテリー・モデルの生成

2281S型のバッテリー・テスト機能では、バッテリーの充放電テストが実行できます。充電電流範囲は0~6Aであり、最大放電電流は1Aです。充電において、サンプリング間隔は内蔵の6.5桁マルチメータで設定でき、充電時の電流、電圧をサンプリングします。このようにして、バッテリー容量と内部抵抗 (ESRの値) は自動的に計算されます。

テスト実行後、バッテリー充電プロセスの測定結果を基にバッテリー・モデルが生成されます。バッテリー・モデルは、編集、作成、またはCSVフォーマットでインポート、エクスポートできます。



図4. バッテリー・テストの表示例

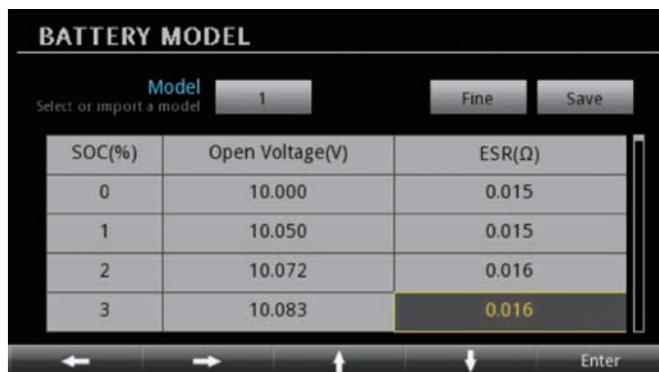


図5. バッテリー・モデル

### バッテリーのテスト/シミュレーション機能におけるすべてのパラメータを簡単な手順で表示、設定

高輝度4.3型TFTディスプレイには、電圧、電流、アンペアアワーの読み値、印加の設定、その他多くの設定項目が、大きな文字、見やすいキャラクタで表示されます。アイコンベースのメイン・メニューには、設定、プログラムが可能なすべての機能が表示されているため、印加の設定、測定の設定、表示フォーマット、トリガ・オプション、システム設定がすばやく行えます。メニューは簡潔であり、メニュー選択は見つけやすく、はっきりと表示されるため、ナビゲーション・ホイール、キーパッド、ソフトキーを使用してテスト・パラメータをすばやく設定できます。電圧や電流の設定など、数多くの設定パラメータはホーム画面上から直接入力できます。より簡単なテストでは、メイン・メニューにアクセスしなくてもホーム画面のソフトキーで調整できます。テストの複雑さに関係なく、2281S型は必要なすべてのパラメータを簡単に設定できます。



図6. バッテリー・テストのメニュー

### DMM品質の高分解能、低電流測定機能を備えた精密DC電源

従来の電源と違い、2281S型は最大120W、20V、6Aを出力しながら、6.5桁の分解能で測定できます。電圧出力測定は、100 $\mu$ Vまでの分解能があります。負荷電流は、100nAから6Aまで測定できます。10A、1A、100mA、10mAという4つの負荷電流測定レンジがあるため、全負荷電流、スタンバイ・モード電流、小さなスリープ・モード電流をDMM品質の確度で測定できます。高分解能であるため、負荷電流の小さな変動を確実に見極めることができます。小さな電流、大きな電流であっても、1つのレンジで広範囲に、優れた確度で測定できます。

### 製造テストに最適化された性能

2281S型は、研究/開発の作業ベンチで使いやすだけでなく、製造のテスト・システムでも優れた機能を発揮します。すべての測定機能でSCPIコマンドが利用できます。また、いくつかの機能は、自動システムにおけるテスト時間短縮に役立ちます。例えば、外部トリガ入力によりハードウェアの同期がとれ、テスト・システムの他の計測器でコントロールできます。バッテリーのテスト/シミュレータ機能では、デジタルI/Oは入出力として設定できます。デジタルI/Oを入力として設定すると、測定は外部信号によってトリガできます。出力として設定すると、測定が完了するとデジタルI/Oのピンに信号が出力されます。さらに、測定時間を短縮するため、取込時間を16.6ms (または20ms) から33 $\mu$ s (または40 $\mu$ s) に短くすることで読取速度を上げることができます。

前面パネルにも後部パネルにも端子が装備されているため、さまざまな接続が可能です。4線リモート・センスにより優れた電圧確度が可能になり、負荷に供給する出力電圧を正確にプログラムできます。また、センス・ラインをモニタし、センス・ラインの切断を検出します。これにより、製造現場でのトラブルをすばやく特定し、解決することができます。2281S型は、内蔵のGPIB、USB、またはLANインタフェースで制御できます。USBインタフェースは、TMC (Test and Measurement Class) に準拠しています。LXI Core準拠のLANインタフェースは2281S型のリモート制御/モニタをサポートしているため、テスト・システムとは別の場所においても、テスト・エンジニアは常に電源にアクセスでき、測定を観測できます。



図7. 2281S型の後部パネル

**仕様** 23°C±5°C (1時間のウォームアップ後)

### DC出力定格

電圧: 0~20V  
電流: 0~6A  
最大電力: 120W

### 電圧<sup>1</sup>

#### 印加設定

精度: ± (0.02%+3mV)  
分解能: 1mV

#### 測定<sup>2</sup> (0.5%オーバーレンジ)

精度: ± (0.02%+2mV)  
分解能: 0.1mV

#### 高速測定設定における追加オフセット

5.5桁 (0.1PLC): 0.21mV  
4.5桁 (0.01PLC): 1.44mV  
3.5桁 (0.002PLC): 7.60mV

#### レギュレーション

負荷: ± (0.01%+2mV)  
ライン: ± (0.01%+1mV)

#### 出力リップル/ノイズ

周波数帯域 (20Hz~20MHz): 1mVrms未満、6mVp-p未満

負荷トランジェント・リカバリ時間 (抵抗負荷の変動: 50%負荷から100%負荷へ、または100%負荷から50%負荷へ): 電圧設定の15mV内まで50μs未満

スルー・レート: 立上りの電圧または立下りの電圧: 10~100V/s。限定された条件において最大1000V/s<sup>3</sup>、100V/s (デフォルト)

リード線ごとの最大ソース電圧降下 (規定された電圧精度を維持するため): 1V

SENSE HIとSENSE LOの最大リード抵抗 (規定された電圧精度を維持するため): 2Ω

### 電流

#### 電流リミット設定

フルスケール電流: 6.1A  
精度: ± (0.05%+5mA)  
分解能: 0.1mA

#### 測定<sup>4</sup> (120%オーバーレンジ、10Aを除く)

レンジ	分解能	精度
10 mA	10 nA	± (0.04% + 10 μA)
100 mA	100 nA	± (0.04% + 10 μA)
1 A	1 μA	± (0.04% + 250 μA)
10 A	10 μA	± (0.05% + 250 μA)

#### 高速測定設定における追加オフセット<sup>9</sup>

測定分解能とNPLC	レンジ	分解能
5.5桁 (0.1PLC)	10 mA	5.0 μA
	100 mA	20 μA
	1 A	80 μA
	10 A	2.0 mA
4.5桁 (0.01PLC)	10 mA	20 μA
	100 mA	40 μA
	1 A	500 μA
	10 A	10 mA
3.5桁 (0.002PLC)	10 mA	30 μA
	100 mA	250 μA
	1 A	20 mA
	10 A	75 mA

#### 電流パルス測定<sup>5</sup>

最小パルス幅 (10mA、100mAレンジ)<sup>6</sup>: 2ms

最小パルス幅 (1A、10Aレンジ)<sup>6</sup>: 140μs

2つの連続したパルスを取込むのに必要な最小時間: 0.5ms

#### レギュレーション

負荷: ± (0.01%+0.25mA)  
ライン: ± (0.01%±0.25 mA)

#### 出力リップル/ノイズ

周波数帯域 (20Hz~20MHz): 3mArms未満

#### 最大連続平均シンク電流

非プログラム: 1.02A±0.1A (代表値)

## システム測定速度

	設定	同時 (電圧+電流)	
		オートゼロ: オン	オートゼロ: オフ
読取回数/秒	測定分解能とNPLC	60Hz (50Hz)	60Hz (50Hz)
'Read?' によるバス転送	6.5桁 (5PLC)	2.0 (1.5)	5.4 (4.5)
	6.5桁 (1PLC)	9.0 (8.0)	20 (18)
	5.5桁 (0.1PLC)	48 (38)	50 (48)
*TRG and TRACe:DATa? とバス転送	4.5桁 (0.01PLC) <sup>7</sup>	680 (646)	
	3.5桁 (0.002PLC) <sup>7</sup>	845 (833)	

## その他のタイミング・データ

CVからCCへのトランジション時間 (電圧設定: 5V、電流制限: 0.5A、抵抗負荷の変動: 25Ωから2.5Ωへ): 2.4ms

CCからCVへのトランジション時間 (電圧設定: 5V、電流制限: 0.5A、抵抗負荷の変動: 2.5Ωから25Ωへ): 1.1ms

機能変更 (バス・コマンドの検出から機能変更完了まで): 10ms (代表値)

出力のオフ/オン (バス・コマンドの検出から電圧低下開始まで): 5ms (代表値)

リバース・リード・アクチュエーション: 1.5ms以上

## 保護機能

## 過電圧保護

設定精度:  $\pm (0.25\% + 0.25V)$

分解能: 125mV

応答時間: 1.5ms未満

## 過電流保護

設定精度:  $\pm (0.25\% + 0.10A)$

分解能: 25mA

応答時間: 1.5ms未満

## 過熱保護

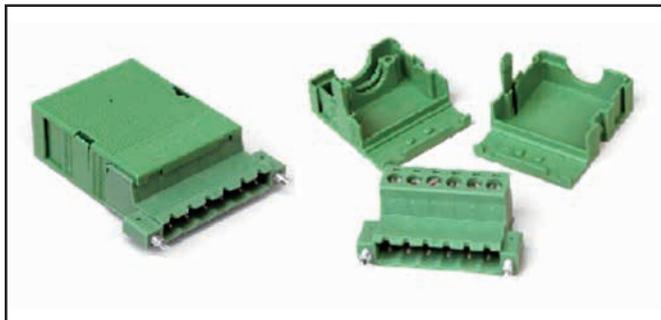
出力カターンオフ温度: 93°C以上 (代表値)

応答時間: 1.5ms未満 (代表値)<sup>8</sup>

## 注

1. リモート・センス接続をベースとした仕様。2線接続の場合は、0.5mV/Aのオフセットを追加 (前面パネル端子)
2. 6.5桁デジタル分解能、1 PLCの読取レート、フィルタ: オン、オートゼロ: オン
3. 100V/s~1000V/sのスルー・レートは、2281S-20-6型では最大3Aで5Vの変化に制限
4. 6.5桁デジタル分解能、1 PLCの読取レート、フィルタ: オン、オートゼロ: オン
5. 設定: オートゼロ: オフ、0.002 PLC、アーム・ソース: 外部、トリガ・ソース: Immediate
6. 時間には、トリガ検出、レイテンシ+測定開始のジッタ、0.002PLCの積分時間も含まれる
7. 設定: オートゼロ: オフ、出力: オン、出力遅延: オフ、固定ソース: 電圧
8. 設定: オートゼロ: オフ、出力: オン、出力遅延: オフ、固定ソース: 電圧、電流または測定回数1000

## 2281S型用アクセサリ



2280-001: 後部パネル・コネクタとカバー (左は組み合わされたもの、右は個々のコネクタとカバー)



2280-TEST-LEAD: 電源テスト・リード・キット、1000V、20A定格: 122cmのケーブル、スパード・ラグ・アダプタ、ワニロクリップを含む

## 一般性能

コモン・モード電流：6μA<sub>p-p</sub>未満（代表値）

シャーシ絶縁：±240V、任意の端子とシャーシ間。1GΩ以上、6.8nF未満

温度係数：23±5℃を外れる範囲では、すべての精度仕様に以下を追加する：(0.15×仕様)/℃（0～18℃、28～40℃において）

測定表示モード：電圧と電流、電圧のみ、電流のみ

測定アクイジション制御：連続、マニュアル、外部デジタル入力、PCバス

リスト・モード：保存可能な最大リスト数：9

リストのポイント数：2～99

リストの保存場所：内部メモリまたはUSBメモリ

演算/フィルタ関数：

REL：現在の読取表示からオフセットを除去：-1×10<sup>6</sup>～+1×10<sup>6</sup>

Mx+bx：読み値=x、M=-1×10<sup>6</sup>～+1×10<sup>6</sup>、b=-1×10<sup>6</sup>～+1×10<sup>6</sup>

フィルタ：移動平均、カウント：2～100、ウィンドウ：0.01～100%

メモリ・バッファ：

2500ポイント、各ポイントは以下の項目を含む：電圧測定、電流測定、CV/OCモード、タイム・スタンプ

9メモリ・スロット（バッテリー・モデル保存用）

不揮発性メモリ

ディスプレイ：4.3型前面パネル・カラー・ディスプレイ、解像度：480×272ピクセル

表示モード：

リアルタイムの電圧/電流の読み値と設定

保存データのプロット：電圧対データ・ポイント、電流対データ・ポイント、電圧/電流対データ・ポイント、100ポイント分解能

プロットには統計値も表示：平均値、最大値、最小値、ピーク・ピーク値、標準偏差

保存データ一覧：時間/日付、電圧、電流

ソフト・ボタンとナビゲーション・ホイール設定

インタフェース：

GPIOB：IEEE-488.2準拠、ステータス・モデル・トポロジ

LAN：RJ-45コネクタ、10/100BT、Auto MDIX

IP設定：固定またはDHCP

LXI Core 2011、version 1.4に準拠

USB：USB2.0デバイス（後部パネル、タイプB）、USBTMC準拠

USB2.0ホスト（前面パネル、タイプA）、フル・スピード、USBメモリをサポート

入力接続：

前面パネル：（2線）。安全シールド・バナナ、U字形ラグ、電線などをサポート

後部パネル：（4線センス）。6ピン・リムーバブル・スクリュー端子、安全シールド・カバー、取り外し可能なケーブル・センス・ジャンパ

リアルタイム・クロック：容量充電、23℃、相対湿度50%以下で次の電源投入までの20日間

デジタルI/O：9ピンD-sub（Fe）、6ピンの入出力ピン

入力信号レベル：

0.7V（最大ロジック・ロー）

3.7V（最小ロジック・ハイ）

入力電圧リミット：

-0.25V（絶対最小値）

+5.25V（絶対最大値）

最大印加電流：+2.0mA@2.7V以上/ピン

最大シンク電流：-50mA@0.7V（/ピン、半導体ヒューズで保護）

5V電源：0.5Aに制限（4V以上）、（半導体ヒューズで保護）

トリガ入力最小パルス：4μs以上、ロジック・ロー・パルス

メータ読取りパルス：15～30μs、ロジック・ロー・パルス

EMC：European Union EMC Directiveに適合

安全性：

U.S. NRTLリスト：UL61010-1 3rd ed 2012

カナダ：CAN/CSA C22.2 No. 61010-1 3rd ed 2012

EU：Low Voltage Directive、EN/IEC 61010-1 3rd ed 2010に準拠

冷却：強制空冷、側面取込み、後部排気

電源：100V/120V/220V/240V±10%

電源周波数：50/60Hz±3Hz、電源投入時自動検出

消費電力：630VA（ピーク）

動作環境：0～40℃、相対湿度80%以下（35℃以下）、結露のないこと

高度：2000mまで

非動作時：-25～+70℃

LXIウェブ・ブラウザ対応オペレーティング・システム（OS）：Microsoft Windows 2000、Win 7、XP、Javaプラグインを持ったウェブ・ブラウザをサポート（Javaプラグイン1.7以降が必要）。2281S型用のウェブ・サイトを留意

ラック寸法：213.8（幅）×88.4（高さ）×383.3（奥行）mm（ブーツを除く）

ベンチ寸法：255.3（幅）×107.2（高さ）×415.0（奥行）mm（ブーツを含む）

梱包時質量：13.29kg

本体質量：10.85kg

保証期間：3年間

**KEITHLEY**

A Tektronix Company

www.keithley.jp

テクトロニクス/ケースレーインズツルメンツお客様コールセンター

TEL：0120-441-046 電話受付時間/9：00～12：00・13：00～18：00（土・日・祝・弊社休業日を除く）

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階

記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

Copyright © Keithley Instruments. All rights reserved. 記載された製品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

1KZ-60206-0 2015年9月