

## アプリケーションノート

## 太陽光発電システムの電力変換効率測定

市場：電力・エネルギー

プレジジョンパワーアナライザ WT5000, WT1800E



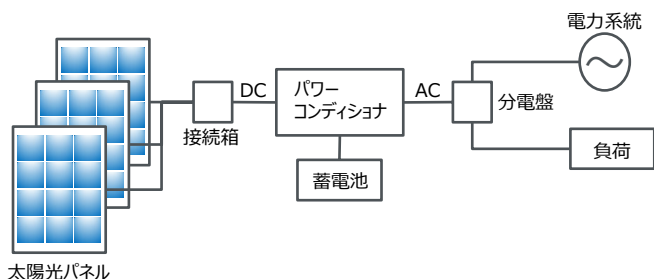
## 概要

太陽光発電システムでは、太陽光パネルから出力される直流をパワーコンディショナや充放電コントローラで一般的に利用可能な交流へと変換します。発電システムの性能を表す項目には、主に実際の発電量と変換効率があります。

市販の太陽光パネルの変換効率は10%~20%程度であり、パネルの出力を交流へ変換する時のロスを最小限にすることが発電システム全体の高効率化へ繋がります。

近年は、家庭用太陽光発電システムでも後付けの蓄電池用パワーコンディショナや1台で蓄電池制御も行うハイブリッド型パワーコンディショナも発売され、蓄電池と連携した発電システムが主流になってきました。

パワーコンディショナの変換効率は95~98%で、0.1%の効率向上を目指すためには、より高精度な電力計による評価が必要となります。



蓄電池制御も行うハイブリッド型パワーコンディショナの場合の構成

## 課題 / 要望

パワーコンディショナの変換効率測定は、IEC 61683やEN 50530、JIS C 8961などの規格で規定されています。また、ユーロ効率<sup>\*1</sup>やCEC効率<sup>\*2</sup>では、最大効率だけでなく軽負荷時から定格負荷時までの複数点の効率を測定し、負荷率に応じて重み付けをする、より実際の使用状況に近い効率測定も求められます。

## パワーコンディショナの変換効率測定

- パワーコンディショナ前後の直流と交流の電圧・電流から電力変換効率を高精度に測定
- 高電圧・大電流を安全かつ正確に測定

MPPT制御<sup>\*3</sup>の測定

- MPPT制御で重要な電圧/電流/電力のピーク値を正確に測定

## 蓄電池の充放電の測定

- 充放電の電圧・電流・電力、および積算電流、電力量演算
- 効率化追求のために確度の良い測定が必要
- 一定期間のトータルの電力など、多数のパラメータの確認

## パワーコンディショナ出力の電力品質の測定

- 電力系統との売電時および受電時の電圧・電流の測定および電力演算
- 電力の品質（出力、周波数、ひずみ等）の測定

<sup>\*1</sup> ユーロ効率（Euro-eta、部分負荷効率）：異なる負荷率における変換効率におおの重み付け（欧州の気候パターンに基づいた値）を行い、それらを加算して算出する効率。実際の運転状態に近い変換効率を表すと言われます。

<sup>\*2</sup> CEC（California Energy Commission）効率：アメリカ、カリフォルニア州エネルギー効率委員会(CEC)が独自に定めるエネルギー効率規制。カリフォルニア州で流通する製品は、この規制への適合が求められます。

<sup>\*3</sup> MPPT（Maximum Power Point Tracking, 最大電力点追従）制御：パワーコンディショナなどに搭載され、それぞれの日射量で太陽光発電電力が最大となるよう電圧と電流の組み合わせ条件を追跡して制御する機能です。主に大規模なシステムで採用されています。

## ソリューション / ご提案

横河計測のWT5000/WT1800Eは、太陽光発電システムの電力変換効率測定において最適な計測ソリューションを提供します。

### ■ 効率測定に必要な電力パラメータの同時測定

WT5000は最大7入力、WT1800Eは6入力が可能で、パワーコンディショナの入出力および内部の電圧、電流、電力、周波数、効率などを1台で測定、画面に表示できます。また、変換効率は最大効率だけでなく、ユーロ効率やCEC効率にも対応します。

### ■ 電力や効率のトレンドグラフ表示

電力や効率の変動を数値とトレンドグラフで表示、直感的な変動の把握に有効です。

### ■ 最大2000Aの大電流測定

別売アクセサリの電流センサーを使い、最大2000Aまでの大電流測定が可能です。

### ■ IEC高調波測定

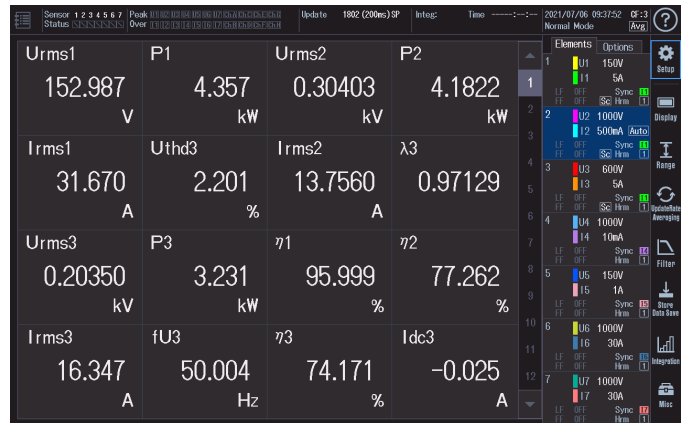
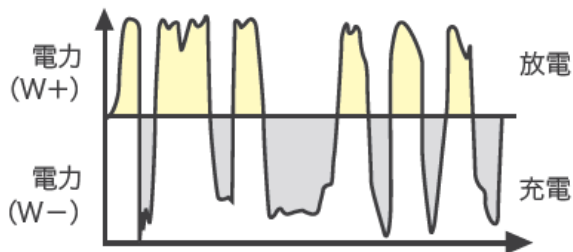
パワーコンディショナから発生する高調波をIEC規格に基づき測定できます。

### ■ MPPT制御の評価

MPPT制御の評価において、電圧、電流、電力値とともに、電圧ピーク値、電流ピーク値（それぞれ+側、-側）や瞬時電力最大値（+側、-側）が役立ちます。

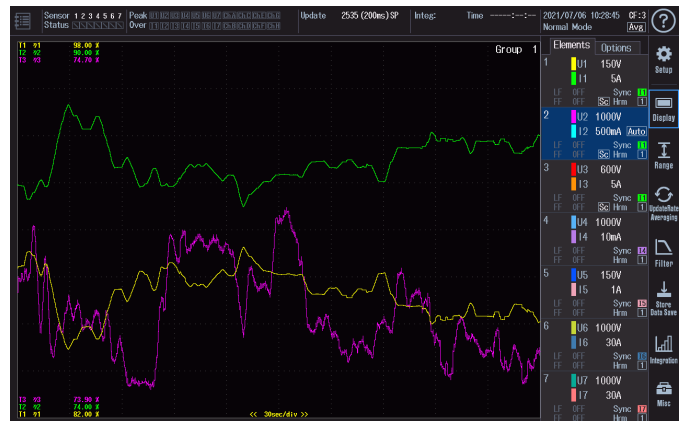
### ■ バッテリーの充放電評価

バッテリーの充放電評価では、積算機能を使って正と負の瞬時の電力からそれぞれの電力量を演算をします。

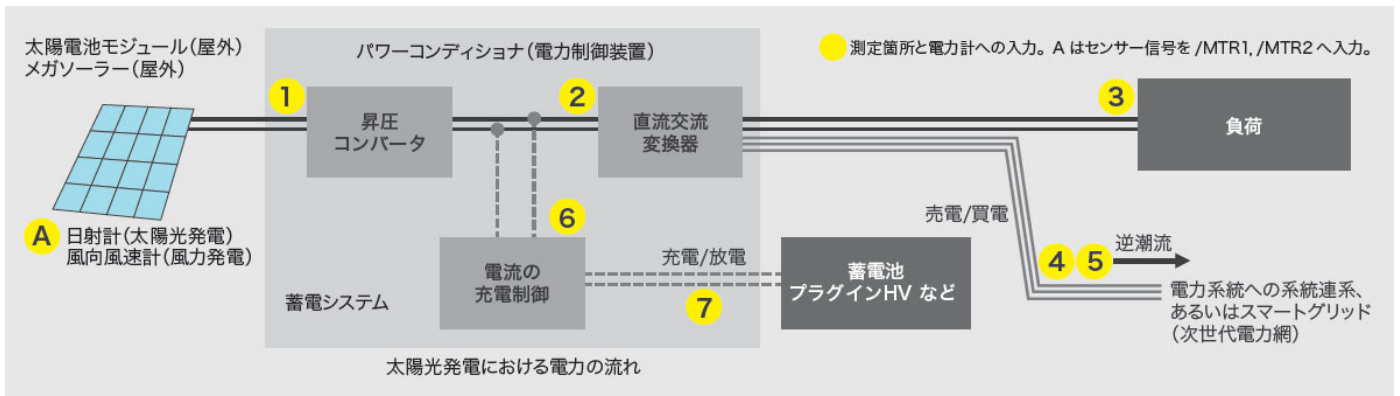


WT5000 数値表示画面例

Urms1/Urms1/P1：太陽電池モジュールの出力  
 Urms2/Urms2/P2：昇圧コンバータの出力  
 Urms3/Urms3/P3  
 / $\lambda$ 3/fU3/Idc3/Uthd3：インバータ出力と電源品質  
 $\eta$ 1：昇圧コンバータの効率  
 $\eta$ 2：インバータの効率  
 $\eta$ 3：パワーコンディショナ全体の効率



WT5000 効率 $\eta$ 1/ $\eta$ 2/ $\eta$ 3のトレンドグラフ表示例



WT5000を使った7系統の同時直接測定

## ■ 入力信号の波形表示

オシロスコープを使うことなく入力信号の波形を表示でき、実際の入力信号を確認しながらフィルターなど詳細な設定が可能です。

また、WT5000 データストリーミング（/DSオプション）は、電力パラメータ測定と同期して、電力演算の元になる同区間の電圧/電流波形データを最高2MS/sでデッドタイムなく連続でPCに取り込む機能です。波形上のノイズや制御状態の変化を把握でき、電力値や各パラメータへの影響など、より詳細な解析が可能です。

## ■ 大電流を高精度に測定するには

電流センサーは貫通式の構造で、1次側配線に流れる電流を電流センサーの電磁コアの巻線で検出するため、以下の点に注意が必要です。

- ① 電流センサーの定格および帯域が適切なものを選ぶ
- ② 配線に関する注意点
  - ・ 1次側配線を電流センサーの中心に配置する。
  - ・ 1次側配線と2次側配線が干渉しないようにする。2次側配線はできるだけ短く、1次側配線と距離を保ち、平行にならないようにする。
  - ・ 2次側配線の線材はAWG24以上を推奨。インバータなどの測定においてはシールド線よりツイストペアのほうが適していることがある。
- ③ 振幅/位相補正機能を利用する
- ④ オフセットを除去可能な個別Nullを利用する

AC/DC電流センサーや電流クランププローブを用いる場合、それらの振幅誤差の補正や電圧信号と電流信号間の位相差を補正することで、より高精度な電力測定が可能です。

Nullは、結線した状態で外部電流センサーを含めてオフセット値をゼロにする機能です。入力ごとに個別でNullをON/HOLD/OFFができます。Nullを実行する前に、ゼロレベル補正（内部回路のゼロレベルを補正する機能）を実行することをおすすめします。

## 大電流機器測定の配線をスッキリと実現

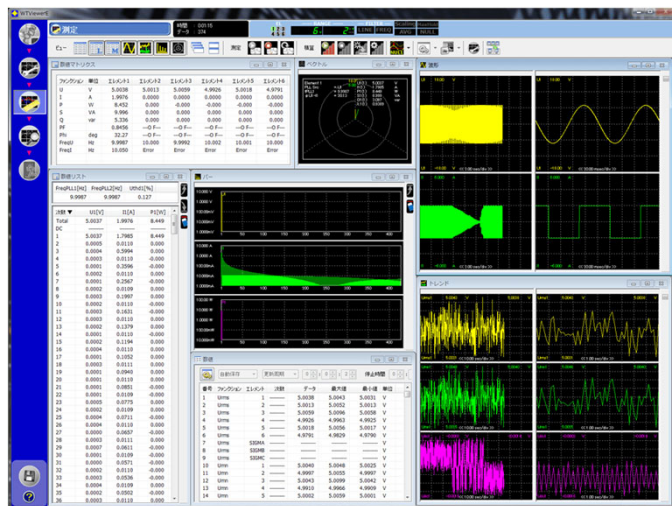
WT5000の760903 電流センサーエレメントは、大電流機器の測定に必要なAC/DC電流センサーや電流クランププローブ接続専用の入力エレメントです。センサー用DC電源供給機能を備えていますので、外部DC電源の確保や手間のかかる配線の準備が不要となり、センサー/プローブと本体1台で大電流測定が可能です。

WT1800Eでは、/PD2（センサー用電源オプション）と専用ケーブルとシャント抵抗BOXを使うことで、センサーと本体1台で大電流測定が可能です。



## WTViewerE アプリケーションソフトウェア

- 最大4台までの電力計の接続と制御、同期測定
- 各電力計の測定データを元に機種間の演算機能
- 収集データのオフラインでの解析機能
- 収集データ（数値、波形）の保存機能（バイナリ書式、CSV書式）
- データストリーミングによる、最高2MS/sの波形捕捉 & 波形と電力パラメータの同期測定（WT5000 /DSオプションが必要）



測定画面例

## 統合計測ソフトウェアプラットフォーム IS8000

- スコープコーダDL950、パワーアナライザWT5000や他社製高速度カメラなどと同期計測
- USB/Ethernet経由での遠隔操作
- 波形演算や比較解析
- IEC高調波/フリッカ測定機能（IS8011/IS8012）
- MDF書式での保存
- 自動レポート作成



DL950波形データとWT5000電力データの同期表示例



電流センサーの選び方

計測する直流・交流電流の定格電流と測定帯域で選択します。



ラインアップ

主な仕様	WT5000	WT1800E / PD2オプション
入力エレメント数	1 ~ 7 (モジュラー構造)	1, 2, 3, 4, 5, 6
基本電力確度 (50/60Hz)	±(0.01% of reading + 0.02% of range)	±(0.05% of reading + 0.05% of range)
DC電力測定確度	±(0.02% of reading + 0.05% of range)	±(0.05% of reading + 0.05% of range)
A/D変換器	18-bit, 10 MS/s	16-bit, 2 MS/s
連続最大許容入力電圧	ピーク電圧が1.6kV、 または実効値が1.5kVの低い方	ピーク電圧が2kV、 または実効値が1.1kVの低い方
測定項目	U, I, P, S, Q, 力率, 効率, 位相, Upk, Ipk, f, Wp, q, CF, FF, インピーダンス, Rs, Rp, Xs, Xp, Pc, 高調波	U, I, P, S, Q, 力率, 効率, 位相, Upk, Ipk, f, Wp, q, CF, FF, インピーダンス, Rs, Rp, Xs, Xp, Pc, 高調波

※1500Vdc等の高電圧対応向けケーブルや端子については、ご用意ください。

**YOKOGAWA** ◆  
横河計測株式会社

本社 〒192-8566 東京都八王子市明神町4-9-8  
TEL:042-690-8811 FAX:042-690-8826  
ホームページ <https://www.yokogawa.com/jp-yimi/>

製品の取り扱い、仕様、機種選定、応用上の問題などについては、  
カスタマサポートセンター ☎0120-137-046 までお問い合わせください。  
E-mail : [tmi-cs@csv.yokogawa.co.jp](mailto:tmi-cs@csv.yokogawa.co.jp)  
受付時間：祝祭日を除く、月～金曜日 / 9:00～12:00、13:00～17:00

お問い合わせは

YMI-KS-MI-M07