

## WLTP, SAE J1634(EPA テスト)の航続距離・電費試験に最適な計測器

## Outline

- ・はじめに：WLTP および SAE J1634 の要求する計測精度
- ・計測の課題
- ・ソリューション
- ・WLTP の要求する電力積算精度の要件
- ・WLTP で想定される測定の検証結果
- ・おわりに
- ・関連製品リスト
- ・お問い合わせ

## はじめに：WLTP および SAE J1634 の要求する計測精度

自動車の試験方法の国際規格 WLTP および SAE J1634 では、EV の一充電走行距離(km)や電費(Wh/km)の算出に必要なパラメータに対して、以下の精度を要求しています。

WLTP (Worldwide harmonized Light duty driving Test Procedure)

パラメータ	単位	精度	分解能
エネルギー (電力積算)	Wh	±1 % (IEC 62053-21 Class 1 相当)	0.001 kWh
電流	A	±0.3 % of range or ±1 % of reading どちらか大きい方	0.1 A
電圧	V	±0.3 % of range or ±1 % of reading どちらか大きい方	0.1 V

SAE J1634: Battery Electric Vehicle Energy Consumption and Range Test Procedure

パラメータ	単位	精度
電流	A	±0.3 % of range or ±1 % of reading どちらか大きい方
電圧	V	±0.3 % of range or ±1 % of reading どちらか大きい方

## 計測の課題

WLTP では、電流測定には貫通型もしくはクランプ型の電流センサを使用することが指示さ

れています。高精度な貫通型電流センサは数多くありますが、取り付けが困難なため、車両の計測には適していません。取り付けの容易さを考慮するとクランプ型電流センサが実用的ですが、クランプ型電流センサには精度が低い製品が多いため、WLTP、SAE J1634 の要求精度を満たすものを慎重に選定しなければなりません。併せて、WLTP ではエネルギー(=電力積算)に対しても $\pm 1\%$ の精度を要求していることから、センサだけでなく電力測定器にも優れた電力精度が求められます。

結論として、WLTP、SAE J1634 の要求精度と車両計測での実用性を両立するためには、優れた精度のクランプ型電流センサと電力測定器が必要となります。世の中に多数ある測定器の中から条件を満たす測定器の組み合わせを探し出すことは、決して容易ではありません。

## ソリューション

HIOKI のパワーアナライザ PW4001 とクランプ電流センサシリーズは、WLTP、SAE J1634 の要求精度を満足する測定器です。



パワーアナライザ PW4001



AC/DC カレントセンサ CT6834(中央)

以下にこれらで計測した際の精度を示すグラフを 6 点掲載します。破線が WLTP および SAE J1634 の要求精度、実線が PW4001 で計測した際の精度を表します。いずれのケースも、要求精度を満たす高い精度で計測できることがわかります。

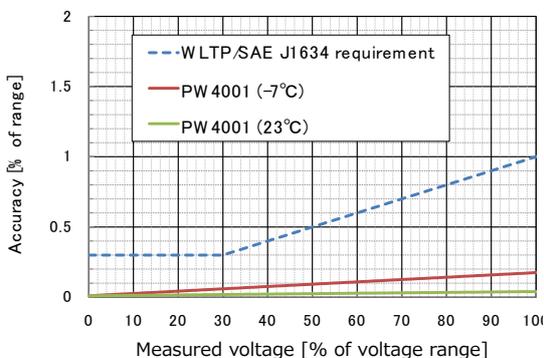


Fig. 1 PW4001 電圧精度 (DC, 50/60Hz)

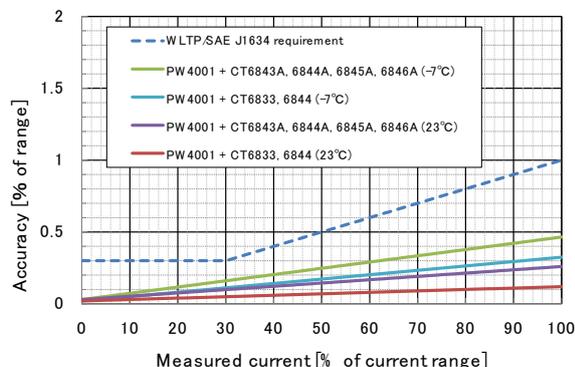


Fig. 2 電流精度 (DC, 50/60Hz)

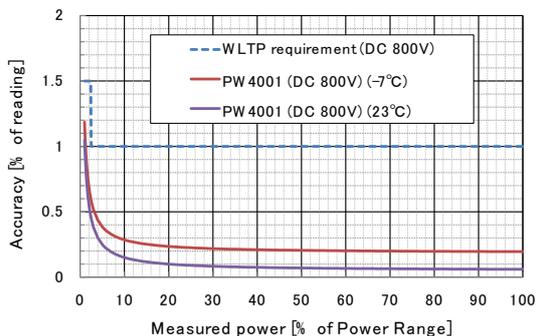


Fig. 4 PW4001 電力積算確度 (DC 800V)

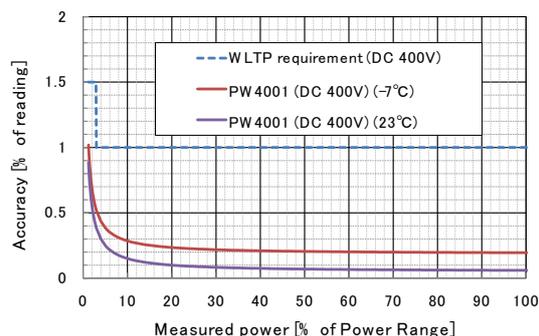


Fig. 3 PW4001 電力積算確度 (DC 400V)

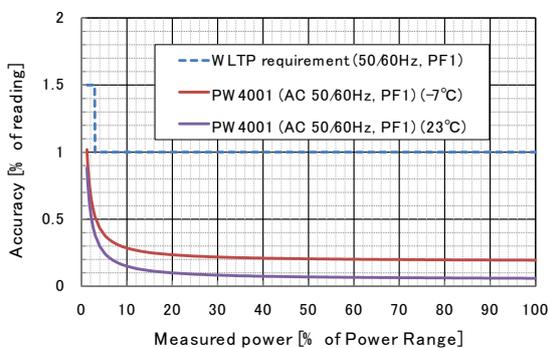


Fig. 6 PW4001 電力積算確度 (50/60Hz, PF1)

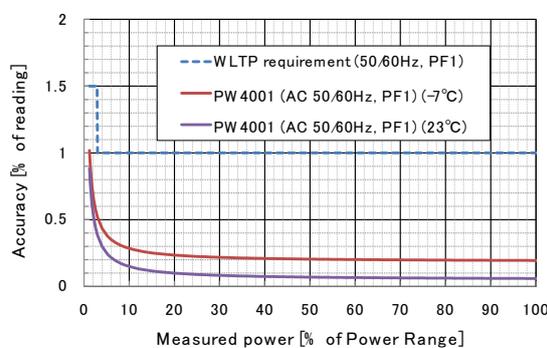


Fig. 5 PW4001 電力積算確度 (50/60Hz, PF0.5)

PW4001 の電力積算確度は、有効電力確度±積算時間確度で表されます。上図(Fig. 3~Fig. 6)では、積算時間確度(±0.02% of reading) を含めた確度を示しています。

また、各グラフの-7°Cの確度は、23°C±3°Cからの温度差による影響 ( $\pm 0.005\%/^{\circ}\text{C} \times 27^{\circ}\text{C} = \pm 0.135\%$ ) を加えたものです。さらに、Fig. 2 では各電流センサの温度の影響も考慮されています。

このように、パワーアナライザPW4001 とクランプセンサシリーズの組み合わせは、23°Cの常温環境だけでなく-7°Cの低温環境でも、WLTP および SAE J1634 の要求を満たす高い確度で計測ができます。

## WLTP の電力積算確度に対する HIOKI の考え方

WLTP における電力積算確度要求は「±1%」となっていますが、「IEC 62053-21 class1 相当」という注記があります。IEC 62053-21 は 50Hz/60Hz の AC 電力量計の型式試験に適用される規格です。

IEC 62053-21 class 1 の確度表(Table 1)において、direct connected meters は電流センサを組み合わせず単独で使用するタイプの電力量計、transformer operated meters は電流センサ入力タイプの電力量計(ただし電流センサ自体は含まない)です。WLTP では電流センサを使うことが条件となっており、ここでは transformer operated meters を参照す

るのが妥当と判断できます。よって、class1 と transformer operated meters の条件から、Table 1 の□で囲んだ部分が電力積算の精度要件であると解釈することができます。

Table 1 IEC 62053-21 class1 の電力積算精度

Value of current for direct connected meters	for transformer operated meters	Power factor	Percentage error limits for meters of class 1
$0.05I_b \leq I < 0.1I_b$	$0.02I_n \leq I < 0.05I_n$	1	±1.5
$0.1I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05I_n \leq I \leq I_{max}$	1	±1.0
$0.1I_b \leq I < 0.2I_b$	$0.05I_n \leq I < 0.1I_n$	0.5 inductive 0.8 capacitive	±1.5 ±1.5
$0.2I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1I_n \leq I \leq I_{max}$	0.5 inductive 0.8 capacitive	±1.0 ±1.0

$I_b, I_n$ : 定格電流

以下では、

電流レンジに対する入力電流の大きさを% of current range、

電圧レンジに対する入力電圧の大きさを% of voltage range、

電力レンジに対する入力電力の大きさを% of power range

と表すことにします。

定格電流=電流レンジとした場合、力率 1 では、電流が 2% of current range 以上の場合に要求精度を満たす必要があります。では、電力は何% of power range 以上から要求精度を満たせばよいのでしょうか？電力は電流と電圧の大きさに依存するため、電力精度を検証する際は電圧レベルについても考慮する必要があります。例えば、電流 2% of current range、電圧 50% of voltage range であれば、電力は 1% of power range となり(2%×50% = 1%)、電力積算は定格電力の 1%から要求精度を満たさなければなりません。つまり、% of voltage range が低いほど、低いレベルの電力から要求精度を満足する必要があります。

## WLTP で想定される測定の検証結果

WLTP で想定される測定の中で、よくある条件を当てはめた時の検証結果を以下に示します。低温試験(-7°C)も考慮し、周囲温度が-7°Cの場合と 23°Cの場合で検証しています。

### 1. DC 電力積算精度

シャシーダイナモ上で車両が走行している時は、REESS(Rechargeable Energy Storage System)の DC 電力を測定します。DC 電力測定においては、力率 1 を条件とするのが妥当です。想定される REESS としては、低電圧系で 12V、24V、48V、高電圧系で 400V、800V などがあります。これらの中では、特に高電圧系(400V、800V)を測定する場合に% of voltage range が低くなります。

400V 系を 600V レンジで測定した場合:  $400V / 600V = 66.7\% > 60\%$  of voltage range  
 800V 系を 1500V レンジで測定した場合:  $800V / 1500V = 53\% > 50\%$  of voltage range

ここでは 400V 系の場合を 60% of voltage range、800V 系を 50% of voltage range とした場合の検証結果を Table 2 および Table 3 に示します。

Table 2 DC 測定に関する法規要求と PW4001 の製品仕様 (DC 400V 系)

パラメータ	要求	PW4001 の製品仕様	判定
電力積算(確度)	電力レンジの 1.2%~3%の入力に対して $\pm 1.5\%$ of reading (入力電流は電流レンジの 2~5% <sup>1)</sup> 、 入力電圧は電圧レンジの 60%の場合)	$\pm 0.883\%$ of reading ~ $\pm 0.395\%$ of reading (23°C), $\pm 1.018\%$ of reading ~ $\pm 0.530\%$ of reading (-7°C) (Fig. 3)	PASS
電力積算(確度)	電力レンジの 3%以上の入力に対して $\pm 1.0\%$ or reading (入力電流は電流レンジの 5%以上 <sup>1)</sup> 、 入力電圧は電圧レンジの 60%の場合)	$\pm 0.383\%$ of reading ~ $\pm 0.060\%$ of reading (23°C), $\pm 0.518\%$ of reading ~ $\pm 0.195\%$ of reading (-7°C) (Fig. 3)	PASS
電力積算(分解能)	0.001 kWh	・ 100kWh~1MWh のとき 分解能 0.001 kWh ・ 100 kWh 未満のとき 分解能 0.0001Wh 以下	PASS
電流(確度)	$\pm 0.3\%$ of range or $\pm 1\%$ of reading の大きい方	Fig. 2	PASS
電流(分解能)	0.1 A	0.01A 以下	PASS
電圧(確度)	$\pm 0.3\%$ of range or $\pm 1\%$ of reading の大きい方	Fig. 1	PASS
電圧(分解能)	0.1V	0.01V 以下	PASS

<sup>1</sup> Table 1 参照

Table 3 DC 測定に関する法規要求と PW4001 の製品仕様 (DC 800V 系)

パラメータ	要求	PW4001 の製品仕様	判定
電力積算(確度)	電力レンジの 1%~2.5%の入力に対して $\pm 1.5\%$ of reading (入力電流は電流レンジの 2~5% <sup>1)</sup> 、入 力電圧は電圧レンジの 50%の場合)	$\pm 1.050\%$ of reading ~ $\pm 0.467\%$ of reading (23°C), $\pm 1.185\%$ of reading ~ $\pm 0.602\%$ of reading (-7°C) (Fig. 3)	PASS

電力積算(確度)	電力レンジの 2.5%以上の入力に対して ±1.0% or reading (入力電流は電流レンジの 5%以上 <sup>1)</sup> 、 入力電圧は電圧レンジの 50%の場合)	±0.450% of reading ~ ±0.060% of reading (23°C), ±0.585% of reading ~ ±0.195% of reading (- 7°C), (Fig. 3)	PASS
電力積算(分解能)	0.001 kWh	・ 100kWh~1MWh のとき 分解能 0.001 kWh ・ 100 kWh 未満のとき 分解能 0.0001Wh 以下	PASS
電流(確度)	±0.3 %of range or ±1 % of reading の 大きい方	Fig. 2	PASS
電流(分解能)	0.1 A	0.01A 以下	PASS
電圧(確度)	±0.3 % of range or ±1 % of reading の 大きい方	Fig. 1	PASS
電圧(分解能)	0.1V	0.01V 以下	PASS

<sup>1)</sup> Table 1 参照

## 2. 50/60Hz 電力積算確度

車両充電時は、AC 電源からの供給電力(50/60Hz)を測定します。想定される電源としては、AC100V ライン、AC200V ライン、AC400V ラインなどがあります。ほとんどの場合、% of voltage range は 60%以上となるため、% of voltage range = 60%とした時の検証結果を Table 4 に示します。力率の条件に関しては、より厳しい条件の 0.5 inductive を適用しています。

Table 4 50/60Hz 測定に関する法規要求と PW4001 の製品仕様

パラメータ	要求	PW4001 の製品仕様	判定
電力積算(確度) Power factor 1	電力レンジの 1.2%~3%の入力に対して ±1.5% of reading (入力電流は電流レンジの 2~5% <sup>1)</sup> 、 入力電圧は電圧レンジの 60%の場合)	±0.883% of reading ~ ±0.395% of reading (23°C), ±1.018% of reading ~ ±0.530% of reading (- 7°C), (Fig. 5)	PASS

電力積算(確度) Power factor 1	電力レンジの 3%以上の入力に対して ±1.0% of reading (入力電流は電流レンジの 5%以上 <sup>1)</sup> 、 入力電圧は電圧レンジの 60%の場合)	±0.383% of reading ~ ±0.060% of reading (23°C), ±0.518% of reading ~ ±0.195% of reading (- 7°C), (Fig. 5)	PASS
電力積算(確度) Power factor 0.5 inductive	電力レンジの 3%~6%の入力に対して ±1.5% of reading (入力電流は電流レンジの 5~10% <sup>1)</sup> 、 入力電圧は電圧レンジの 60%の場合)	±0.535% of reading ~ ±0.371% of reading (23°C), ±0.670% of reading ~ ±0.506% of reading (- 7°C), (Fig. 6)	PASS
電力積算(確度) Power factor 0.5 inductive	電力レンジの 6%以上の入力に対して ±1.0% of reading (入力電流は電流レンジの 10%以上 <sup>1)</sup> 、 入力電圧は電圧レンジの 60%の場合)	±0.368% of reading ~ ±0.211% of reading (23°C), ±0.503% of reading ~ ±0.346% of reading (- 7°C), (Fig. 6)	PASS
電力積算(分解能)	0.001 kWh	・ 100kWh~1MWh のとき 分解能 0.001 kWh ・ 100 kWh 未満のとき 分解能 0.0001Wh 以下	PASS
電流(確度)	±0.3 % of range or ±1 % of reading の大きい方	Fig. 2	PASS
電流(分解能)	0.1 A	0.01A 以下	PASS
電圧(確度)	±0.3 % of range or ±1 % of reading の大きい方	Fig.1	PASS
電圧(分解能)	0.1V	0.01V 以下	PASS

<sup>1)</sup> Table 1 参照

## おわりに

WLTP および SAE J1634 の要求確度と車両計測での実用性を両立するためには、優れた確度の電力測定器とクランプ型電流センサが必要になります。HIOKI の PW4001 とクランプ電流センサシリーズは、これらの規格を満足する確度を持ちながら、実用性にも優れた測定器です。

この製品の詳細は HIOKI の Web サイトで製品ページをご覧ください。最寄りの HIOKI の

担当者へお問い合わせください。

## 関連製品リスト

- ・ パワーアナライザ PW4001
- ・ AC/DC カレントプローブ CT6833/CT6833-01
- ・ AC/DC カレントプローブ CT6834/CT6834-01
- ・ AC/DC カレントプローブ CT6843A
- ・ AC/DC カレントプローブ CT6844A
- ・ AC/DC カレントプローブ CT6845A
- ・ AC/DC カレントプローブ CT6846A

## お問い合わせ

製品に関するご質問や、デモ・お見積もりのご依頼は、以下のリンクより承ります。

[HIOKI お問い合わせフォーム](#)