

単一電圧外部 AC-DC および AC-AC 電源装置の
エネルギー消費効率算出用試験方法

クリス・カルウェル、スザンヌ・フォスター、トラヴィス・リーダー、Ecos Consulting
アーシャッド・マンソール、電化製品センター (EPRI-PEAC: Power Electronics
Application Center)

2004年8月11日

提供：カリフォルニアエネルギー委員会
公益エネルギー調査(PIER: the Public Interest Research) プログラム

1. 目的

本書は、単一電圧外部 AC-DC および AC-AC 電源装置（ここでは、総称して「電源装置」と呼ばれる）のエネルギー消費効率を算出するための試験方法を規定する。電源装置は、AC 線間電圧を低電圧出力（AC または DC）に変換するように設計されており、主にラップトップコンピュータ、コードレスおよび携帯電話、ポータブルステレオ等に必要とされる。外部電源装置は、電源装置が電力を供給する製品とは別の筐体に収められている。これらの外部電源装置は、頻繁に「AC アダプター」と称される。

単一電圧電源装置は、固定された電圧、または使用者が切り替えスイッチにより選択する電圧で、1つの DC または AC 出力を提供する。同時に複数の出力電圧を提供する電源装置は、内部あるいは外部にかかわらず、本書の対象範囲外である。DC-DC 電圧変換機器（例えば、DC-DC 変圧器）は、電源装置内に上記の定義に該当する回路が見られる場合を除いて、本書の対象範囲には含まれない。

本試験方法の目的は、あらゆる負荷条件にわたり、シングル電圧 AC-DC および AC-AC 電源装置のエネルギー消費効率を測定し、世界中で使用される標準方法を規定することである。本書には、待機時消費電力の測定に焦点を絞った IEC 62301 に取って代わる意図はないが、無負荷状態や稼動状態での測定を含むように、その範囲を増加・拡大する意図がある。同様に、IEEE 1515-2000 に取って代わる意図はないが、特定の負荷条件や報告要件を追加する意図がある。世界中の多くの政府は、電源装置のエネルギー消費効率の評価と比較に、本試験方法を使用する予定である。

2. 参考文献

本試験規定案の作成に使用および／または参照した文献を以下に記す。

- I. IEEE Std 1515-2000, IEEE Recommended Practice for Electronic Power Subsystem: Parameter Definitions, Test Conditions, and Test Methods (IEEE 電力サブシステムのための推奨実施事項：試験要素の定義、試験条件、および試験方法)
- II. IEEE Std 519-1992, IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems (IEEE 電力システムにおける調和制御のための推奨実施事項と要件)
- III. IEC 62301 Ed 1 : Measurement of Standby Power(待機時消費電力の測定)
- IV. IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments(国際電子技術用語－電気・電子的測定と測定機器)
- V. IEEE 100 : The Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms (IEEE 規格用語の辞典正式版)

3. 定義

本書の目的のため、以下の定義が適用される。IEC 60050 および IEEE 100 に定義される用語も適用される。

a. 稼動モード

稼動モードとは、電源装置の入力端子が線間電圧 AC に、出力端子がゼロより大きい銘板出力電力の一部を引き出す DC または AC 電力消費機器に接続している状態である。

b. 稼動モード効率

稼動モード効率とは、電源装置の実際の総出力電力（DC または AC）と、それを生成するために必要とされる実際の入力電力(AC)の比率（パーセント表記）である。IEEE 1515-2000、4.3.1.1 を参照。

c. 無負荷

本書において、無負荷とは、電源装置の銘板 AC 入力電圧と一致する AC 電源に電源装置の入力端子が接続していて、出力端子が製品またはその他の電力消費機器に接続していない状態である。

d. 無負荷時消費電力

無負荷時の効率は、定義により、パーセント計算すると 0 になる（上記の 3b を参照）。本書では、無負荷時消費電力を、無負荷状態で作動している電源装置が消費する実際の消費電力(AC)と定義する。

e. UUT

UUT とは、「試験される機器(unit under test)」の頭字語であり、ここでは、試験される電源装置のサンプルを意味する。

f. 周囲温度

周囲温度とは、UUT を直に取り囲む周囲空気の温度である。

g. 力率 (真)

力率とは、ボルト・アンペア(VA)で表される皮相電力(S)に対する稼動時の（つまり、有効）電力 W(P)の比率である。

$$PF = \frac{P}{S}$$

力率の本定義は、歪曲と変位の両方の影響を含む。

h. 全高調波歪み(THD: Total Harmonic Distortion)

THDとは、基本要素の実効値(rms 値)に対する、基本要素が取り除かれた後の AC 信号の実効値(rms 値)の比率 (パーセント表記) のこと。電流の THD は以下のように定義される。

$$THD_I = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + I_5^2 \dots + I_{13}^2}}{I_1}$$

I_{13} は、電流信号の 13 番目の高調波の rms 値である。

i. 皮相電力(S)

全または皮相電力(S)は、rms 電圧と rms 電流(VA)から求められる積である。

j. 瞬時電力

ポート (電力消費機器の端子対) における瞬時電圧と瞬時電流から求められる積である。

k. 稼働時消費電力(P)

一周期に測定した瞬時電力の rms 値。測定装置の大半は、複数の周期 (AC サイクル) の稼働時消費電力を平均する。このような装置の測定値は、本測定に対して等しく有効である。

l. 銘板入力電圧

銘板入力電圧とは、製造事業者が電源装置の筐体上のラベルで規定する、その電源装置に適切な AC 入力電圧である。この銘板入力電圧は、100~240V 等の範囲で表されることが多い。

m. 銘板入力周波数

銘板入力周波数とは、製造事業者が電源装置の筐体上のラベルで規定する、その電源装置に適切な AC 入力周波数である。多くの電源装置には、1 つ以上の入力周波数で作動することが表示されている。

n. 銘板出力電圧

銘板出力電圧とは、製造事業者が電源装置の筐体上のラベルで規定する、その電源装置の出力電圧 (DC または AC) である。非安定化および安定化電源装置は、どちらも電流を供給するときに銘板出力電圧から多少の電圧偏差を示すため、ある特定の電流出力において実際の出力電圧が銘板電圧と異なる可能性が高い。

o. 銘板出力電流

銘板出力電流とは、製造事業者が電源装置の筐体に表示されているラベル上で規定する、その電源装置の出力電流である。電源装置の負荷条件は、銘板出力電流を、それぞれ 100%、75%、50%、25%、および 0% で乗じて決定される。

4. 測定的一般条件

a. 概略

特別に規定が無い限り、以下に規定される試験条件と装置で測定する。

b. 測定装置

適切に較正された電圧計および電流計、または消費電力分析器で、消費電力測定を行う。IEC 62301 に規定されているように、0.5W 以上の稼働時消費電力の測定は、2%以下の不確実性で、0.5W 未満の稼働時消費電力の測定は、0.01W 以下の不確実性で実施される。消費電力測定装置の稼働時消費電力に対する分解能は、0.01W 以上とする。電圧と電流の測定は、2%以下の不確実性で実施される。

c. 試験室

IEC 62301 に規定されているように、試験を、UUT 近辺の空気速度が 0.5 m/s (メートル毎秒)以下の部屋で行い、試験中の周囲温度を $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ に維持する。個別に電力供給を受ける送風機、空調機、または放熱板の使用により、UUT を意図的に冷却しない。UUT の試験は、非熱伝導面上で行う。屋外用の製品は、追加温度条件で試験される可能性があり、その場合は上記の規定条件に追加して、試験結果報告書の別セクションにそれを記載すること。

d. 試験電圧

AC 基準電源を、UUT への入力電圧の供給に使用する。IEC 62301 に規定されているように、UUT への入力は、規定電圧 $\pm 1\%$ および規定周波数 $\pm 1\%$ である。UUT は、2つの電圧・周波数の組み合わせ (115 V、60 Hz および 230 V、50 Hz) で試験されるが、これは、それら 2つの組み合わせにおいて安全に作動可能であると、その UUT の銘板入力電圧および周波数が示した場合に限る。上記の 2つの条件による試験が不可能な場合は、これらの組み合わせのうち、銘板入力電圧および周波数に最も近い組み合わせで UUT を試験する。電圧および/または周波数の範囲を製造事業者が規定していない (または銘板上の値が不明確である) 場合は、その UUT の試験を行わない。

e. 入力 AC 基準電源

入力電圧源は、(IEEE 1515-2000 に規定されているように) 少なくとも UUT の銘板入力

電力の 10 倍を供給できるものとする。AC 電源の形式に関係なく、規定のモードに入っている UUT に電力を供給している時の、電源電圧の 13 番目の高調波までを含む THD は、(IEC 62301 で規定されているように) 2%を超過しない。試験電圧のピーク値は、(IEC 62301 に規定されているように) その UUT の rms 値の 1.34~1.49 倍の間である。

f. 試験用リード線

試験に使用される全てのリード線は、試験行程における誤差の発生を回避するため、短くて、口径の大きなものとする。詳細については、IEEE 1515-2000 の表 B.2「一般的に使用される導線の口径サイズおよび関連する電圧降下(Commonly used values for wire gages and related voltage drops)」を参照する。

5. 測定方法

a. 試験に向けて UUT を準備する

本測定中は、AC 入力への電力導入を制御する UUT 内蔵のスイッチを、すべて「ON」にする。また、そのようなスイッチの存在を、最終試験報告書に記載する。

製品への電力供給を目的として、民生用に梱包された電源装置は、製造事業者が提供する出力コードを接続して試験される。この種類の電源装置の出力端子に測定装置を接続する方法は 2 つあり、それらは、出力コネクタに最も近い場所で出力コードを切断する、またはリード線を繋げて、出力コネクタ本体から効率を測定する方法である。電源装置が、電力供給先の製品に、直に接続している場合は、その電力供給先の製品に最も近い場所でコードを切断して、そこに出力測定探針を接続する。製品の出力導線が 2 つ以上ある場合は、出力電力を供給する 2 つの出力導線で試験する。その他の出力導線（バッテリー管理に使用されることがある）は、電氣的に切断しておく。

本試験方法は、最終的な筐体への組み入れや DC 出力コードを接続する前の、むき出しの電源装置回路基盤の効率試験にも利用可能である。例えば、電源装置の製造事業者または構成部品の製造事業者は、完成された外部電源装置に組み入れるための OEM 用として提供予定である設計の効率を評価したいと希望するかもしれない。しかし、むき出しの電源装置回路基盤の効率は、(筐体に納められて、出力コードが接続されたら) 最終製品の効率に反映されない可能性がある。電源装置は、製品ラベルまたは仕様書上の測定された効率値を示すため、最終的で完全な設定で試験されなければならない。

b. 負荷条件

全ての単一電圧外部電源装置には、図 1 で示すような、銘板出力電流が表示されている。

これは、本試験方法で義務づけられている、4つの稼働モード負荷条件、および無負荷条件の決定に使用される値である。UUTは、以下の負荷条件で試験される。

表1-UUTに対する負荷条件

銘板出力電流の割合	
負荷条件 1	100%±2%
負荷条件 2	75%±2%
負荷条件 3	50%±2%
負荷条件 4	25%±2%
負荷条件 5	0%

2%の許容範囲は、銘板出力電流のものであり、算出された電流値のものではない。例えば、負荷条件3におけるUUTを、48%～52%の範囲の定格出力電流で試験してよい。

追加負荷条件は、IEEE 1515-2000で説明されているように、技術者の裁量により選択可能であるが、本試験方法において義務付けられていない。

図1-AC-DC電源装置の銘板出力電圧および電流の例



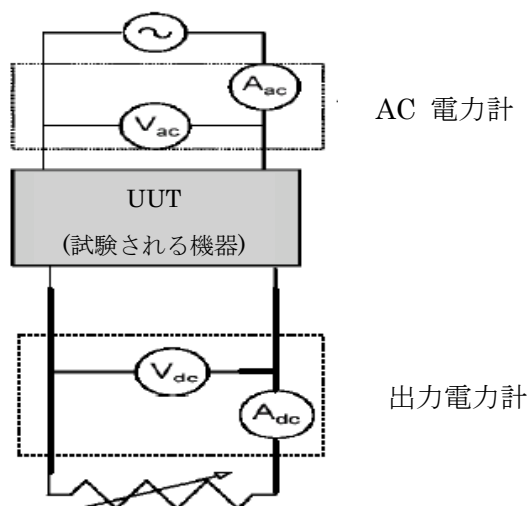
c. 負荷に関するガイドライン

4つの稼働モード負荷条件をすべて作り出すように電源装置に負荷を与えるため、可変する抵抗型負荷または電子負荷の一式を使用する。電源装置が電力を供給する電子負荷とは特徴が異なるが、これらの負荷は、試験および製品比較に関して画一的で容易に再現可能な用の参照データを提供する。

負荷抵抗については、抵抗測定器による正確な測定が必要ないことに留意する。可変の抵抗器は、単純に、銘板出力電流の望ましい割合が流れていることを電流計が示す目盛りに調節する。図2は、可変抵抗を負荷として使用する外部電源装置試験設定の簡略図である。電子負荷については、義務付けられた出力電力を定電力(CP: Constant Power)モードにお

いて調整するのではなく、望ましい出力電流を定電流（CC: Constant Current）モードにおいて調整する。

図 2—可変抵抗負荷を使用する一般的試験設定



d. 試験方法

IEC 62301 に記載されているように、特定の負荷条件において電力表示が安定しているときは、瞬間測定が適切である。効率測定の直前に、最低でも 30 分間、100%の銘板電流出力で UUT を稼働させる。

この準備時間の後、技術者は、UUT の安定性を評価するため、5 分間 AC 入力電力を観察する。電力値が、観測された最大値から 5%以上変動しなければ、UUT は安定していると思われ、その 5 分間の最後に測定結果を記録できる。それ以降の負荷条件（以下参照）は、同じ 5 分間の安定性に関するガイドラインに沿って測定される。各 UUT に対して、試験開始時に 30 分の準備時間を 1 回だけ義務づけていることに留意する。

AC 入力電力が 5 分間安定しない場合、技術者は、IEC 62301 によって確立された、AC 入力および DC 出力の両方について長期間の平均消費電力または積算消費電力量を測定する方法にしたがう。

効率測定は、上記の表 1 に示すとおり、負荷条件 1 から負荷条件 5 の順番で実施する。追加的で任意の負荷条件を望む場合は、上記で説明する手順を完了した後に、それらの負荷条件での試験を本試験方法にしたがって実施する。

e. 効率計算

効率は、ある負荷条件における UUT の測定された稼働時出力電力を、その負荷条件で測定された稼働時の AC 入力電力で除すことにより算出される。表 1 の試験条件 1、2、3、および 4 において算出された効率値の相加平均である平均効率を算出し、報告する。これは、稼働モード効率値の単純相加平均であり、UUT から電力供給を受ける製品の負荷サイクルによって変化する加重平均効率ではない。

f. 消費電力計算

各負荷条件 1~4 における UUT の消費電力とは、その負荷条件における稼働時出力電力(W)とその負荷条件における AC 稼働時入力電力(W)との差である。負荷条件 5（無負荷）の消費電力は、その負荷条件における AC 稼働時入力電力(W)と等しい。

6. 試験報告

各 UUT に関する次の情報を 1 回報告する。

- UUT 製造事業者
- UUT モデル番号
- UUT の DC コードの長さ(± 1 cm)
- UUT 内蔵型スイッチの有無
- その UUT が電力供給する製品が判明している場合は、その製品
- UUT の写真
 - a) 銘板上の情報を明瞭に写しているもの
 - b) UUT 全体のサイズを計測用センチメートル定規で表しているもの
- UUT の製造国
- 試験機関名
- 試験を実施する技術者名
- UUT 近辺の周囲温度(±1℃)
- 試験日と試験地
- 計測装置の説明と最近の較正実施日

試験が実施された各入力電圧と周波数の組み合わせに対する主要報告データ（測定値および算出値）を以下の表 2 に示す。

表 2—必須報告データ（測定値および算出値）

報告内容	説明
rms 出力電流(mA)	負荷条件 1~4 における測定値
rms 出力電圧(V)	
稼働時出力電力(W)	
rms 入力電圧(V)	負荷条件 1~5 における測定値
rms 入力電力(W)	
全高調波歪み(THD)	
真の力率	
UUT の消費電力(W)	負荷条件 1~4 における算出値、負荷条件 5 における測定値
効率	負荷条件 1~4 における算出値
平均効率	負荷条件 1~4 における効率の相加平均

試験データは、最も使用に適しているものであり、また付属書類 A の試験報告書のサンプルで示されるように、グラフで表された場合には、容易にその他の結果と比較できるものである。付属種類 A で示される効率曲線が、IEEE 1515-2000 の 4.3.1.2 の図 10 で示される効率曲線と形式が似ていることに留意する。

付属書類 A の図表「入力電力 vs.出力電力」は、1つの図表上で、銘板電流出力の 100%、75%、50%、25%および 0%における AC 稼働時入力電力と AC 稼働時出力電力を含む電源装置の相対的効率を表す追加的で有用な方法を提供する。入力電力と出力電力の曲線の間、の斜線部分は、高効率電源装置の場合、非常に小さい。出力電力の曲線は、安定化電源装置では直線に近くなるが、電圧が負荷条件範囲にわたり不安定な非安定化電源装置では明らかに直線から反れる可能性があることに留意する。

付属書類A

AC-DC 単一出力電圧外部電源装置の試験報告書

製造事業者名 *Power Integrations*
 モデル *EP16F*
 電力供給先 (判明している場合) *(Evaluation Charger)*
 製造事業者の所在国 *Korea*
 一体型入力電力スイッチ *Not Present*
 DC 出力コードの長さ (cm) *175*



銘板仕様	入力	出力
電圧(V)	85-265	6
電流(mA)		500
電力(W)		2.8
周波数(Hz)	50/60	

試験所情報

試験機関 Ecos Consulting
 番地 801 Florida Rd.
 Suite 11
 市町村 Durango
 州 CO
 郵便番号 81301-
 国名 U.S.A.
 測定日 2004年3月30日
 周囲温度 °C 24

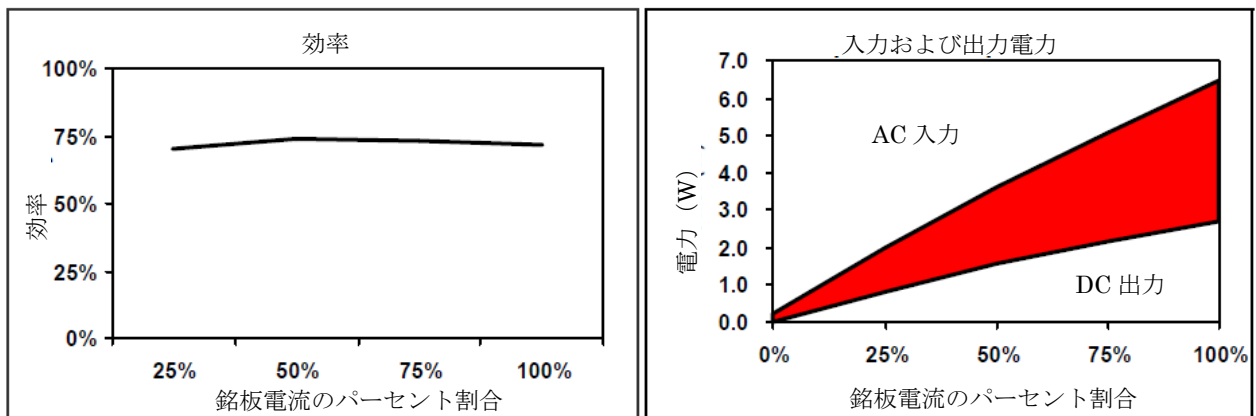
計測器情報

製造事業者/モデル 測定 較正日
 横河電機 無負荷 2003年5月6日
 Voltec PM300 稼働出力 an 2003年8月1日

計測者

氏名 Email
 Travis Reeder treeder@ecosconsulting.com
 Eric McClusky emclusky@ecosconsulting.com

115V60Hz において測定および算出されたデータ

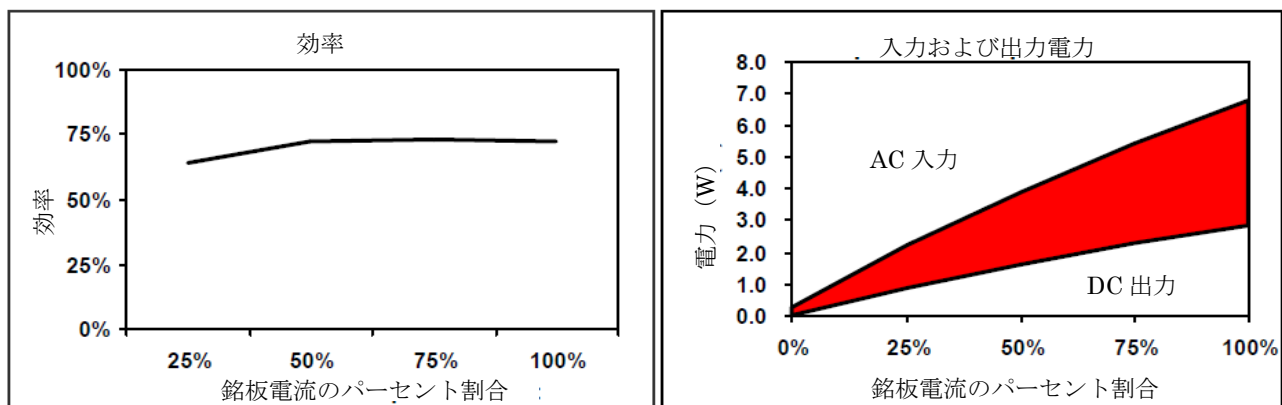


銘板電流の割合 (%)	無負荷	稼働時電力値				
	0%	25%	50%	75%	100%	平均
DC 出力電流(mA)		125	250	374	507	
DC 出力電圧(V)		6.6	6.2	5.7	6.6	
DC 出力電力(W)		0.83	1.54	2.14	2.7	

AC 入力電圧(V)	115	115	115	115	115	
AC 入力電力(W)	0.21	1.18	2.09	2.94	3.75	
全高調波歪み(THD)		213.6%	191.7%	172.7%	160.8%	184.7%
実効力率(W/VA)		0.41	0.46	0.49	0.51	0.47
AC 入力周波数	60	60	60	60	60	60

UUT の消費電力(W)	0.21	0.35	0.55	0.80	1.05	
効率		70.3%	73.7%	72.8%	72.0%	72.2%

230V50Hz における測定および算出されたデータ



銘板電流の割合 (%)	無負荷	稼働時電力値				
	0%	25%	50%	75%	100%	平均
DC 出力電流(mA)		125	250	374	500	
DC 出力電圧(V)		6.9	6.5	6	5.7	
DC 出力電力(W)		0.86	1.62	2.27	2.83	

AC 入力電圧(V)	230	230	230	230	230	
AC 入力電力(W)	0.25	1.35	2.25	3.12	3.91	
全高調波歪み(THD)		271.0%	256.2%	246.6%	233.1%	251.7%
実効力率(W/VA)		0.35	0.36	0.37	0.39	0.37
AC 入力周波数	50	50	50	50	50	50

UUT の消費電力(W)	0.25	0.49	0.63	0.85	1.08	
効率		63.7%	72.0%	72.8%	72.4%	70.2%