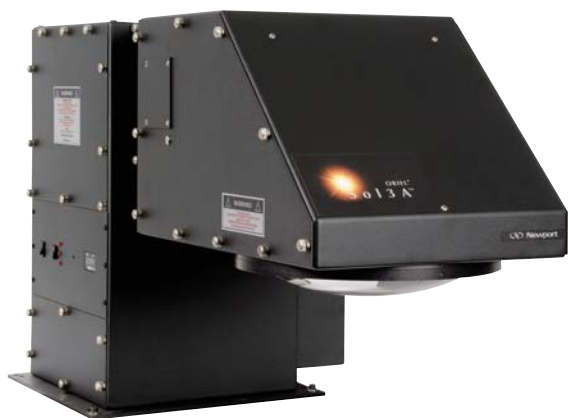


Sol3AクラスAAA ソーラーシミュレータ

Sol3A Class AAA Solar Simulators



- 出力ビームサイズ2 x 2", 4 x 4", 6 x 6", 8 x 8", および12 x 12"
- 「クラスAAA」CWシステムの認定取得
- 3つの標準規格：IEC、ASTM、JISすべてにおいて「クラスAAA」に認定
- 24/7生産環境向けに設計された長寿命、高信頼性試験器
- 無反射黒色仕上げ塗装による迷光の低減化
- 温度センサとインターロックによるオペレータの安全確保
- CE認定取得

Newport社Oriel®ブランドは、光源と電源設計の分野での40年以上の経験を活かした、最新の技術を盛り込んだソーラーシミュレータ「Oriel Sol3A™クラスAAA ソーラーシミュレータ」ファミリーをご紹介します。

Oriel Sol3Aシミュレータは、すべて「スペクトルマッチ」、放射照度の不均一性、および「放射照度の時間的安定性」に対して、IEC 60904-9 第2版 (2007年)、JIS C 8912、およびASTM E 927-05の各標準規格の認定を受けております。慣例により、「クラスAAA」の最初のAは「スペクトル性能」を、2番目のAは「放射照度の均一性」を、3番目のAは「放射照度の時間的安定性」を表しています。Oriel Sol3Aシミュレータは、すべて単一のランプ設計を用い、3つの性能基準すべてを満たし、1 Sun出力パワーを損なうことなく、クラスAAA性能を提供いたします。Oriel Sol3Aは、黒の無反射仕上げ塗装を施すことで迷光を最小限に抑え、必要なパネルにはすべて拘束ねじを採用し、ユーザーがランプの交換、調整、フィルタ交換などを楽に行えるように配慮しています。インターロックを装備し、不注意で紫外線にさらされないように防いでいます。

クラスAAAの必要性

太陽電池 (PV) の研究と製造は、目覚ましい速度で進化しており、薄膜プロセス、タンデム接合電池や多接合電池、有機薄膜や色素増感電池などの新技術は、すべて慎重な性能評価を必要とします。古い「クラスA」指定のソーラーシミュレータは、かつては大部分の試験研究所や製造環境において標準になっていましたが、「クラスA」の定義は、試験方法で必要とされる3つの性能基準の一つとなりました。2007年10月、IECはソーラーシミュレータの性能評価方法を改定しました。新しい標準規格では、3つの性能基準それぞれを個別に定量化することになりました。現在ではソーラーシミュレータは「スペクトルマッチ」、放射照度の不均一性、および「放射照度の時間的不安定性」に対して、クラスA、BまたはCとして評価されます。新しいSol3Aソーラーシミュレータは、IEC 60904-9 第2版 (2007年)、JIS C 8912、およびASTM E 927-05により必要とされる「スペクトルマッチ」、放射照度の不均一性、および「放射照度の時間的不安定性」の3つの試験要件すべてに対して「クラスA」の性能を満たすように設計されています。

結果の比較可能性とトレーサビリティを可能にする測定の均一性を確保することにより、「クラスAAAシステム」では、太陽電池試

験の区分けの多様性を減らします。この性能統一により、新規太陽電池材料開発に従事する研究者は、性能データの正確な比較ができるようになります。

Newport社では、各Oriel Sol3A™に対して3つの標準規格 (IEC、ASTM、およびJIS) すべてについて厳格な試験を課し、3つの標準規格をすべて順守していることを保証し、校正証明書を提供いたします。

クラスAAA性能標準規格の定義

太陽電池の標準規格では、「クラスAAA」ソーラーシミュレータが3つの重要な性能領域において厳しい要件を満たすことを要求しています。すなわち、太陽スペクトルに対するスペクトルマッチ、放射照度の空間的不均一性、および放射照度の時間的不安定性に関する性能領域です。ソーラーシミュレータの性能を定義する標準規格は3つあります。

- IEC 60904-9 第2版 (2007年) 光電装置 – 第9部：ソーラーシミュレータの性能要求事項
- JIS C 8912-1998、結晶系太陽電池および測定用ソーラーシミュレータ
- ASTM E 927-05 (2005年) 地上PV試験用ソーラーシミュレータ仕様

表1. クラスAAA標準規格と仕様

組織	IEC	JIS	ASTM
性能パラメータ	60904-9-2007	C 8912	E92-05
スペクトルマッチ (理想百分率に対する割合)	0.75 - 1.25	0.75 - 1.25	0.75 - 1.25
放射照度均一性	2.0%	<±2%	2%
放射照度変動率	0.5% STI	<±1%	2%
	<2.0% LTI		

スペクトルマッチ

標準規格では、ソーラーシミュレータのスペクトルマッチを6つのスペクトルレンジにおいて積分強度の百分率として定義します(表2参照)。指定した百分率からのずれは、シミュレータのクラスを決定する範囲内になければなりません。「クラスAAA」については、この範囲は理想百分率の0.75から1.25倍です。

ソーラーシミュレーションスペクトル分布の国際標準規格

地球のエアマス1.5における太陽光の基準スペクトル分布は、ASTM G173-03およびIEC 60904-3で定義されています。これらの表には、波長280 nmから4,000 nmのスペクトルが含まれていますが、ソーラーシミュレーションシステムの種類に対しては、スペクトルは波長400 nmから1100 nmに制限されます。このスペクトル帯域幅は、参考文献のIEC 60904-9およびASTM E927-05に定義されています。Sol3Aのスペクトルマッチは、波長400 nmから1,100 nmの範囲に対して分類されます。

「Oriol Sol3A™ソーラーシミュレータ」が確実にこの範囲に入ること保証するために、Newport社では独自開発の極めて安定したスペクトル補正フィルタを使用します。この独自開発のフィルタは、ランプの極めて強力な光に耐え、スペクトル特性は変化しません。スペクトル出力結果は図1のようになります。

スペクトルマッチ

表2. IEC標準規格により定義される理想スペクトルマッチ

スペクトルレンジ(nm)	総放射照度レンジ(%)	理想%
400 - 500	13.9 - 23.1	18.5
500 - 600	15.1 - 25.1	20.1
600 - 700	13.7 - 22.9	18.3
700 - 800	11.1 - 18.5	14.8
800 - 900	9.2 - 15.3	12.2
900 - 1,100	12.1 - 20.1	16.1

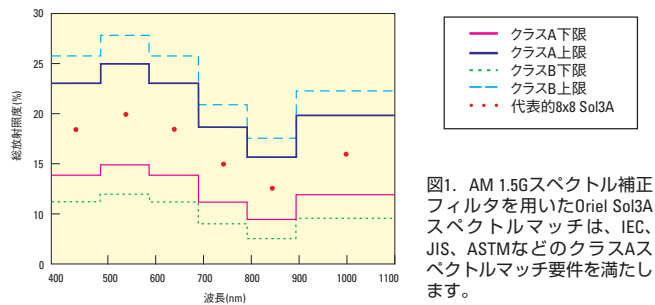


図1. AM 1.5Gスペクトル補正フィルタを用いたOriol Sol3Aスペクトルマッチは、IEC、JIS、ASTMなどのクラスAスペクトルマッチ要件を満たします。

放射照度の空間均一性

作業領域の放射照度均一性は、最も達成および維持の困難な「クラスAAA」条件です。ホットスポットは、太陽電池効率の測定に大きな誤差を生む可能性があり、太陽電池の区別を不正確にするおそれがあります。「クラスAAA」空間不均一性の性能に関する標準規格は、ホットスポットの影響を最小限にするように計画され、非常に厳しい2%以下という条件を設けています。下図は、代表的なシミュレータの作業領域の放射照度均一性です。各ユニットには、放射照度の不均一性図が添付されています。各シミュレータのワーキングディスタンスの範囲は表3のようになります。

Sol3Aワーキングディスタンス

表3. ワーキングディスタンス

モデル	サイズ	ワーキングディスタンス(インチ)
94023A	2 x 2 (51 x 51)	12.0 ±0.5
94043A	4 x 4 (102 x 102)	4.0 ±0.5
94063A	6 x 6 (152 x 152)	5.0 ±0.5
94083A	8 x 8 (203 x 203)	15.0 ±0.5
94123A	12x12 (300 x 300)	12.0 ± 0.5

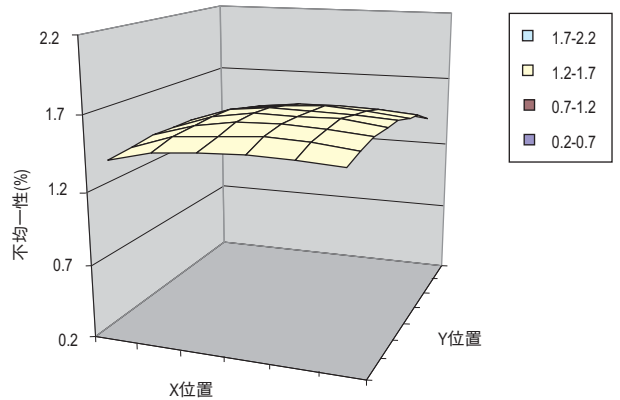


図2. 「2x2" Oriol クラスAAA ソーラーシミュレータ」の均一性測定結果

時間的不安定性

時間的不安定性は、「クラスAAA」標準規格の3番目の性能パラメータです。その性能は、ランプの変動によって太陽電池効率の測定に誤りが生じないことを保証するために、出力光が時間的に安定していることが要求されます。OriolのSol3Aは、IEC、ASTM、およびJIS標準規格で定義されている時間的不安定性に対する要件を満たすのは容易です。IEC 60904-9 (2007年) には、短期安定性に対して最も厳しい条件があり、最大許容レベルは0.5%です。図3に、50ミリ秒のデータ収集時間を利用したOriol Sol3Aに対する代表的な不安定性応答を示しています。

経過時間(sec)	60
データ点の数	1,200
不安定性(%)	0.369

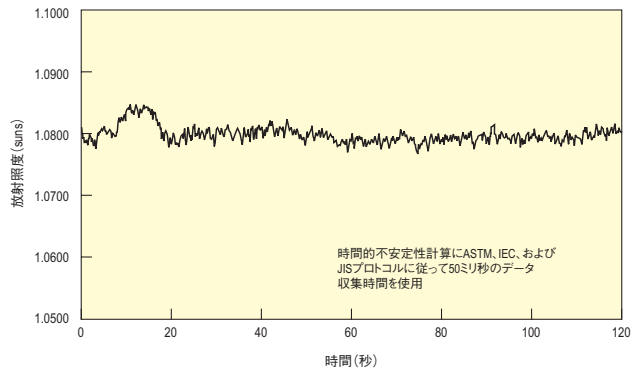


図3. 1.6 kW Oriol Sol3Aソーラーシミュレータの時間に対する代表的な出力変動

OrielクラスAAAソーラーシミュレータの 主要なコンポーネント

照明装置ハウジング

照明装置ハウジングは、ランプ用に安全な筐体を備えています。粉体塗装を施したつや消し黒色仕上げ塗装によって、迷光も最小限に抑えられ、耐久性のある表面を備えています。また、インターロックシステムを装備し、オペレータとシステムの安全を確保しています。ユーザーが整備しやすいコンポーネントを備えるパネルは、取り外しや交換が簡単に行えるように道具を必要としない拘束ねじを使用しています。内蔵ファンは、ランプ、光学部品、およびハウジングの最適な温度を維持するために、強制空冷を行います。Sol3Aハウジングでは、2x2または4x4モデルで、ヘッドの向きを下向き、横向きまたは上向きのビームにすることができる設計を用いています。詳細は、セールスエンジニアにお問い合わせください。

内蔵シャッター

「Oriel Sol3Aソーラーシミュレータ」は、製造環境での稼動用に改良されたシャッターを内蔵しています。「クラスAAA」システム用の新設計シャッターは、100万回を超えるサイクル用に設計された頑丈なシングルブレードシャッターです。実際の動作サイクルで、長年現役で稼動しているユニットに関しては1,000万回を超えています。シャッターの最小露光時間は200msで、コンタクトクロージャもしくはロジックレベル入力、または照明装置ハウジングの便利な押しボタンスイッチを介して制御することができます。

キセノンアークランプ

「Oriel Sol3Aソーラーシミュレータ」光源は、CWシステムです。CWシステムでは、フラッシュランプをベースにしたシステムとは異なり、あらゆる太陽電池材料の試験が可能です。フラッシュランプベースシステムでは、試験前に一定の光レベルで太陽電池に光を当てる材料の応答時間によって制限されます。このランプは、オゾンフリーのキセノンショートアークランプです。Newportでは、付属ランプと共に各光源も保証いたします。連続的な生産環境では、

交換用ランプとアライメントパレットを購入し、ランプ交換時に「クラスAAA」への準拠を確保することをお勧めいたします。

エアマス1.5Gフィルタ

ランプとエアマスフィルタを組み合わせることにより、特徴のある「クラスAAA」スペクトルが生成されます。弊社のエアマス1.5Gフィルタは、フィルタの劣化を伴うことなく、与えられた条件下で光学特性を保持します。

電源

Oriel調整電源は、高電圧電源設計における40年にわたる経験を生かし、キセノンランプに一定の電気出力を供給します。電源は、CEに準拠し、世界中いたる所で使用するためのユニバーサルAC主電源稼動を特徴としております。ランプの使用時間は、電源から積算時間によってモニタされます。ランプ使用時間は、最低限1 Sun出力パワーとスペクトル特性を維持するために定格寿命の最期にランプを交換することが重要だからです。ランプの出力は、定格寿命を超えて使用し続けると、著しく減少し、スペクトルが大きく変化します。

Oriel Sol3Aソーラーシミュレータのメンテナンス

「Oriel Sol3Aソーラーシミュレータ」は、ランプの定格「性能寿命」の間「クラスAAA」準拠を維持します。ランプを交換した時は、「クラスAAA」準拠を維持するために試験器を再調整する必要があります。放射照度の均一性は、条件を満たし、維持するために最も難しい「クラスAAA」の要件です。「クラスA」の均一性を維持するために必要な測定と調整を容易にするために、Newport社均一性測定ツール (SOL-UMT) は、設置または交換の後、ランプ調整後の試験を自動で実施するために使用することができます。このツールを使用すると、「Sol3Aソーラーシミュレータ」を「クラスAAA」仕様内に維持するための時間と労力を著しく減らすことができます。*詳細は、セールスエンジニアにお問い合わせください。

*注：このツールの使用によって、システムが「クラスA」標準規格に関して再認定されるわけではありません。再認定には、Sol3Aソーラーシミュレータ全体を工場へ返却する必要があります。光源購入時に交換用ランプを購入し、認定を受けることを推奨いたします。詳細は、セールスエンジニアにお問い合わせください。

仕様

クラスAAAソーラーシミュレータ仕様

モデル	94023A	94043A	94063A	94083A	94123A
照明範囲	2 x 2 in. (51 x 51 mm)	4 x 4 in. (102 x 102 mm)	6 x 6 in. (152 x 152 mm)	8 x 8 in. (203 x 203 mm)	12 x 12 in. (305 x 305 mm)
平行度 (半角) $\leq 4^\circ\text{C}$		(半角) $\leq 4^\circ\text{C}$	(半角) $\leq 3^\circ\text{C}$	(半角) $\leq 2^\circ\text{C}$	(半角) $\leq 1^\circ\text{C}$
標準パワー出力	100 mW/cm ² (1 Sun) $\pm 20\%$ 調整可能	100 mW/cm ² (1 Sun) $\pm 20\%$ 調整可能	100 mW/cm ² (1 Sun) $\pm 20\%$ 調整可能	100 mW/cm ² (1 Sun) $\pm 20\%$ 調整可能	100 mW/cm ² (1 Sun) $\pm 20\%$ 調整可能
放射照度均一性 ¹	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$
均一性分類	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)
放射照度変動率 ²	$\leq 0.5\%$ STI $\leq 2.0\%$ LTI	$\leq 0.5\%$ STI $\leq 2.0\%$ LTI	$\leq 0.5\%$ STI $\leq 2.0\%$ LTI	$\leq 0.5\%$ STI $\leq 2.0\%$ LTI	$\leq 0.5\%$ STI $\leq 2.0\%$ LTI
放射照度変動率分類	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)
スペクトルマッチ	13.8% - 23.0% (400-500 nm) 14.9% - 24.9% (500-600 nm) 13.8% - 23.0% (600-700 nm) 11.2% - 18.6% (700-800 nm) 9.4% - 15.6% (800-900 nm) 11.9% - 19.9% (900-1,100 nm)	13.8% - 23.0% (400-500 nm) 14.9% - 24.9% (500-600 nm) 13.8% - 23.0% (600-700 nm) 11.2% - 18.6% (700-800 nm) 9.4% - 15.6% (800-900 nm) 11.9% - 19.9% (900-1,100 nm)	13.8% - 23.0% (400-500 nm) 14.9% - 24.9% (500-600 nm) 13.8% - 23.0% (600-700 nm) 11.2% - 18.6% (700-800 nm) 9.4% - 15.6% (800-900 nm) 11.9% - 19.9% (900-1,100 nm)	13.8% - 23.0% (400-500 nm) 14.9% - 24.9% (500-600 nm) 13.8% - 23.0% (600-700 nm) 11.2% - 18.6% (700-800 nm) 9.4% - 15.6% (800-900 nm) 11.9% - 19.9% (900-1,100 nm)	13.8% - 23.0% (400-500 nm) 14.9% - 24.9% (500-600 nm) 13.8% - 23.0% (600-700 nm) 11.2% - 18.6% (700-800 nm) 9.4% - 15.6% (800-900 nm) 11.9% - 19.9% (900-1,100 nm)
スペクトルマッチ分類	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)	A (IEC 60904-9 2007) A (JIS C 8912) A (ASTM E927 - 05)
ワーキングディスタンス	12 \pm 0.5 in.	4 \pm 0.5 in.	5 \pm 0.5 in.	15 \pm 0.5 in.	12.0 \pm 0.5 in.
ランプパワー	450 W	450 W	1,000 W	1,600 W	1,600 W
電力	95 - 264 VAC/15 A 47 - 63 Hz	95 - 264 VAC/15 A 47 - 63 Hz	95 - 264 VAC/15 A 47 - 63 Hz	95 - 264 VAC/15 A 47 - 63 Hz	95 - 264 VAC/15 A 47 - 63 Hz
電源変動率	0.01 %	0.01 %	0.01 %	0.01 %	0.01 %

電源仕様

モデル	69920	69920	69920	69922	69922
入力電圧	95 - 264 VAC	95 - 264 VAC	95 - 264 VAC	190 - 264 VAC	190 - 264 VAC
入力周波数	47 - 63 Hz	47 - 63 Hz	47 - 63 Hz	47 - 63 Hz	47 - 63 Hz
ランプ電力	350 - 1,200 W	350 - 1,200 W	350 - 1,200 W	800 - 1,800 W	800 - 1,800 W
出力電流	17.5 - 55 A	17.5 - 55 A	17.5 - 55 A	25 - 70 A	25 - 70 A
出力電圧レンジ	0 - 45 VDC	0 - 45 VDC	0 - 45 VDC	0 - 30 VDC	0 - 30 VDC
電源変動率	0.01 %	0.01 %	0.01 %	0.01 %	0.01 %
出力電圧リップル	< 0.1 % rms	< 0.1 % rms	< 0.1 % rms	< 0.1 % rms	< 0.1 % rms
計器精度(フルスケール%)	< 0.05%	< 0.05%	< 0.05%	< 0.05%	< 0.05%
デジタル計器分解能、電圧	0.1 VDC	0.1 VDC	0.1 VDC	0.1 VDC	0.1 VDC
デジタル計器分解能、電力	1 W	1 W	1 W	1 W	1 W
デジタル計器分解能、電流	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A	0.1 A
安全インターロック電圧	12 VDC/GND	12 VDC/GND	12 VDC/GND	12 VDC/GND	12 VDC/GND
オペレーティングモード	定電流または 定電力	定電流または 定電力	定電流または 定電力	定電流または 定電力	定電流または 定電力
動作環境温度	0 - 45 °C	0 - 45 °C	0 - 45 °C	0 - 45 °C	0 - 45 °C
自重	20 (9) [lb (kg)]	20 (9) [lb (kg)]	20 (9) [lb (kg)]	20 (9) [lb (kg)]	20 (9) [lb (kg)]

1. 均一性の定義:

均一性(%) = (最大放射照度 - 最小放射照度) / (最大放射照度 + 最小放射照度) x 100%

均一性は、以下の方法を使用して測定:

- IEC 60904-9 2007版 準拠、セクション5.3 「各グリッドサイズ以下の検出器サイズを有する8 x 8グリッドにおける64ポイント」
- JIS C 8912準拠、セクション4.2 「2平方cm以下の検出器サイズを有するあらかじめ定義したパターンにおける17ポイント」
- ASTM E 927-05準拠、セクション8.3 「各グリッドサイズ以下の検出器サイズを有する8 x 8グリッドにおける64ポイント」

2. 時間的不安定性の定義:

時間的不安定性(%) = (最大放射照度 - 最小放射照度) / (最大放射照度 + 最小放射照度) x 100%性の測定は、毎秒20サンプルにつき60秒間実施。

3. スペクトルマッチの測定は、グレーティングモノクロメーターと離散的検出器を備えた校正済みのスペクトロラジオメータを用いて実施。
測定分解能は2 nmに設定。

発注のご案内

Sol3A発注のご案内

モデル	仕様
94023A	Sol3AクラスAAAソーラーシミュレータIEC/JIS/ASTM、450 Wキセノン、2x2
94043A	Sol3AクラスAAAソーラーシミュレータIEC/JIS/ASTM、450 Wキセノン、4x4
94063A	Sol3AクラスAAAソーラーシミュレータIEC/JIS/ASTM、1,000 Wキセノン、6x6
94083A	Sol3AクラスAAAソーラーシミュレータIEC/JIS/ASTM、1,600 Wキセノン、8x8
94123A	Sol3AクラスAAAソーラーシミュレータIEC/JIS/ASTM、1,600 Wキセノン、12x12

交換用パーツランプとフィルタ

モデル	仕様
6279NS	交換用ランプ、450Wキセノンショートアーク、オゾンフリー(94023A または94043A)
6272	交換用ランプ、1,000 Wキセノンショートアーク、オゾンフリー(94063A)
62726	交換用ランプ、1,600 Wキセノン、オゾンフリー(94083A)

オプションアクセサリの価格はセールスエンジニアにお問い合わせください。