

QUV & Q-SUN

促進耐候試験および耐光試験に対する2つの効果的アプローチの比較

試験の必要性

光、高温、湿気によってコーティング、プラスチック、インク、その他有機素材の損傷が発生することがあります。発生する損傷は、さまざまな種類のポリマー分解に見られます。ポリマー分解には、亀裂、剥離、脆化、引張強度の低下などの物理的特性の変化や、光沢の減少、黄変、退色、変色などの視覚的特性の変化が含まれます。

多くのメーカーにとって、風化および光暴露に耐えられる製品を設計することが非常に重要です。促進耐候・耐光試験機は、研究開発、品質管理、素材証明に広く使用されています。これらの試験機を利用することで、素早く再現精度の高い結果を得ることができます。

2つの異なるアプローチ

近年、QUV®促進耐候試験機 (ASTM G154) やQ-SUN®キセノン試験機 (ASTM G155) など、低コストで使いやすい試験所用の試験機が開発されました。

ここでは、発光スペクトルおよび湿気のシミュレーションの方法を含め、これら2つの試験機の違いを見ていきます。購入価格や運用コストなど、各試験機特有の長所と短所について説明します。特定の素材または用途に対して一般的に推奨される試験機のガイドラインを提供します。



QUV試験機は、世界で最も広く利用されている耐候試験機です。耐久性のある素材の場合、短波UVがほとんどの風化損傷を引き起こすという概念に基づいています。



Q-SUNキセノン試験機は、紫外線、可視光線、赤外線を含む太陽光の全スペクトルを再現します。

歴史的背景

耐候性と耐光性は多くの製品にとって重要なものは明らかですが、最良の試験方法については、たびたび議論的になります。長年にわたってさまざまな方法が使用されてきました。現在ほとんどの研究者は、自然暴露試験において、QUV耐候試験機、またはQ-SUNキセノン試験機などのキセノンアーク試験機を利用しています。

自然暴露試験は、現実的な試験が行え、安価で手軽な点など、多くのメリットがあります。しかし、多くのメーカーは、「新しく改良した」製品設計が本当に改良につながっているものなのか、その様子をうかがう時間は数年もありません。

Q-SUN (キセノンアーク) とQUV (蛍光UV) は、最もよく利用されている促進耐候試験機です。2つの試験機は、まったく異なるアプローチに基づいています。キセノン試験機は、紫外線 (UV)、可視光線、紫外線 (IR) を含む太陽光のスペクトル全体を再現します。キセノンアークとは、本来295 nm～800 nmの太陽光そのものをシミュレートする試みです (下図1を参照)。

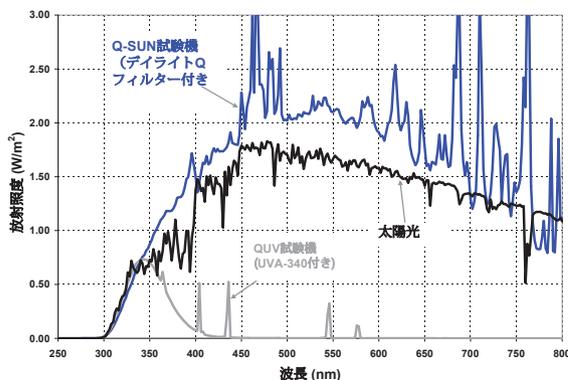
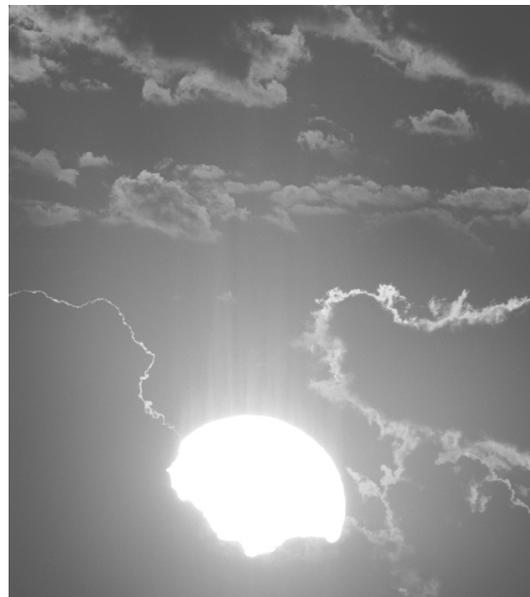


図1 - Q-SUNおよびQUV試験機 vs太陽光

太陽光とQUV及びQ-SUN試験機の比較。

QUV耐候試験機は、365nmから太陽光カットオフまでの短波UV領域で利用できる最高の太陽光シミュレーションを行えますが、長波長が不十分です。Q-SUN試験機は、長波UV、可視光線、紫外線に敏感な多くの製品を試験するために重要な太陽光の全スペクトルを再現します。



太陽光スペクトルは、さまざまな波長で構成されており、屋外環境での素材の劣化モードを決定します。

一方QUV促進耐候試験機は、太陽光全体ではなく、300nm～400nmで発生する可能性のある太陽光の損傷効果のみを再現しようとします。これは、屋外に曝される耐久性のある素材の場合、短波UVが最も風化損傷を引き起こすという概念に基づいています (左図1)。

どちらがより良い試験方法なのでしょうか?この質問に答えるのは簡単ではありません。用途によっては、どちらの方法も非常に効果的だからです。試験機は、試験を行う製品や素材、最終用途、関心のある劣化モードおよび予算に応じて選択するのが良いでしょう。

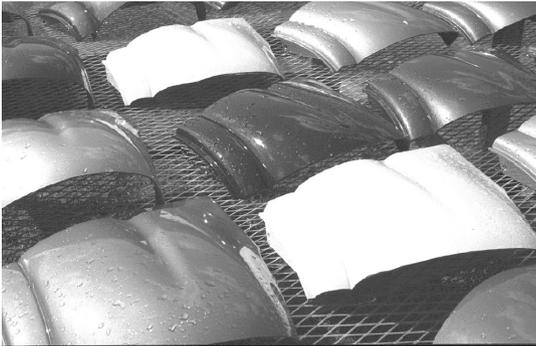
Q-SUNとQUV試験機の違いを理解するには、まず素材が劣化する理由をより詳しく見ていく必要があります。

3大要素:光、高温、湿気

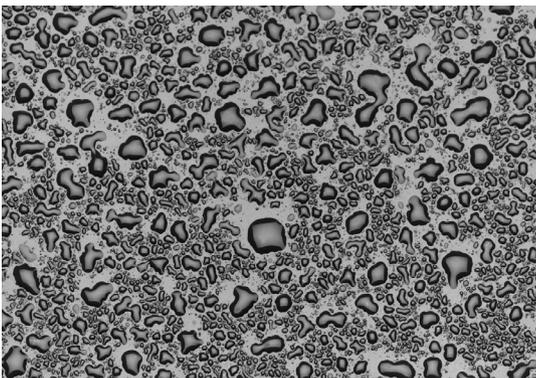
風化損傷のほとんどは、光、高温、湿気によって引き起こされ、これらの要因のいずれかが劣化を引き起こすことがあります。また、それらは相乗的に働き、1つだけの要因の場合よりも多くの損傷を引き起こします。

光。スペクトル感度は、素材によって異なります。コーティングやプラスチックなどの耐久性のある素材では、ポリマー劣化の原因のほとんどが短波UVによるものです。ただし、一部の顔料や染料などの耐久性の低い素材の場合は、より波長の長い紫外線や可視光線でも大きな損傷を引き起こすことがあります。

高温。温度が上昇すると、通常、光暴露の破壊的効果が促進します。温度は、一次光化学反応には影響しませんが、一次光子または電子衝突の副産物を伴う二次反応には影響します。試験所用の試験機は、正確に温度制御する必要があります。通常、温度上昇を加速させる機能があります。



屋外に露出した製品は、多くの場合、毎日8～12時間濡れています。



屋外の湿気で発生する損傷のほとんどは、雨ではなく露によって起こります。



窓ガラスから注ぐ日光と明るい屋内照明の両方が、一部の素材を劣化させることがあります。

湿気。湿気による損傷が主な原因は、露、雨、多湿によるものです。弊社の調査によると、物質は毎日驚くほど長時間屋外で濡れています(毎日平均8～12時間)。研究では、露の結露は屋外の湿気が原因であることが分かっています。結露は、素材の表面に長時間とどまるため、多くの水分を吸収してしまい、雨よりも損傷が大きくなります。

もちろん、雨も一部の素材に大きな損傷を与えることがあります。雨は熱衝撃を起こす場合があります。例えば、暑い夏の日中に自動車に蓄積する熱がにわか雨によって急激に放散される場合に発生する現象です。物理的浸食は、雨の摩擦作用によって発生します。これにより、木材コーティングなどの素材も劣化する可能性があります。雨が表面をすり減らすので、新しい素材は、太陽光の有害な影響に絶えず曝されます。

屋内素材に対する湿気の影響は、多くの場合、周囲との水分の均衡を維持しようとする素材によって引き起こされる物理的刺激です。素材が曝される湿気の範囲が大きいほど、全体の刺激が大きくなります。テキスタイルやインクなどの屋内製品は、湿気という水分に曝されることがありますが、屋外素材の劣化においても主要な要因となる場合があります。屋外では、周囲の相対湿度(RH)が湿った素材の乾燥速度に影響します。

QUVおよびQ-SUN試験機はそれぞれ、光、高温、湿気をさまざまな方法で再現します。

QUV耐候性試験機

太陽光シミュレーション。QUVは、蛍光UVランプを使用して、耐久性のある素材に対する太陽光による損傷効果を再現するように設計されています。これらのランプは、一般的な照明で使用される普通のクールホワイトランプと電氣的に似ていますが、可視光線や赤外線ではなく主にUVを生成するように設計されています。

スペクトルの異なるさまざまな種類のランプがあります。ランプの種類は最終使用環境で見られる照明条件に最も近いものに合わせる必要があります。UVA-340ランプを使用することで、臨界短波UV領域で利用可能な最高の太陽光シミュレーションが行えます。UVA-340のスペクトルパワー分布 (SPD) は、太陽光のカットオフから約360nmまでの太陽光に非常によく一致します(図2)。UV-Bランプ(図3)もQUVで一般的に使用されています。通常、UV-Aランプよりも早く劣化しますが、太陽光カットオフ未満の短波長出力は、多くの素材に対し非現実的な結果になる場合があります。



QUV試験機は、数か月から数年かけて発生する損傷をわずか数日から数週間で再現できます。

放射照度の制御。正確で再現性のある試験結果を得るには、放射照度(光度)の制御が必要です。ほとんどのQUVモデルには、SOLAR EYE®照度制御システムが装備されています。1 この精密な光制御システムにより、ユーザーは放射照度のレベルを選択できるようになります。SOLAR EYEシステムの自動フィードバックループシステムがあれば、放射照度を継続的に監視し、正確に維持できます。SOLAR EYEシステムは、ランプへの電力を調整することにより、ランプの経年劣化やその他の変動を自動的に補正します。図4は、SOLAR EYEシステムの仕組みを示しています。



QUV促進耐候試験機は、蛍光UVランプを使用して、耐久性のある素材に対する太陽光の損傷効果を再現します。

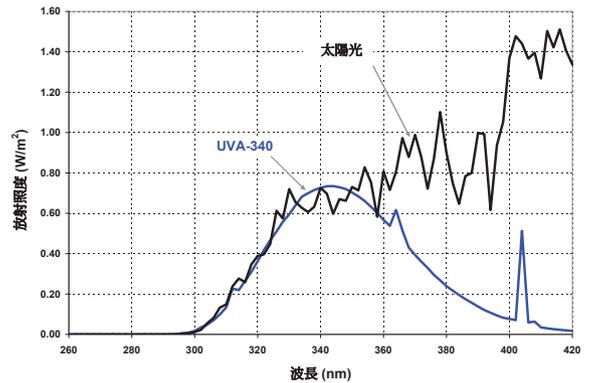


図2-夏日の正午の太陽光vs UVA-340ランプの放射照度

UVA-340ランプを使用することで、臨界短波UV領域で利用可能な最高の太陽光シミュレーションが行えます。

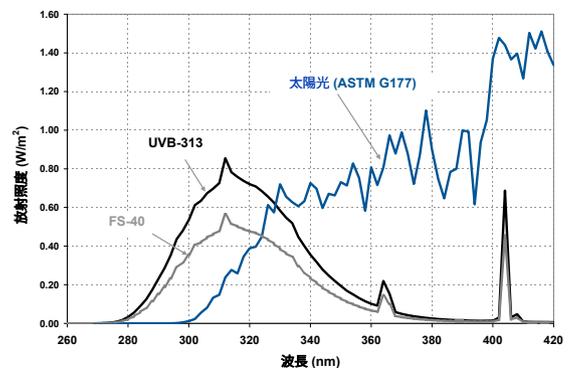


図3-太陽光、UVB-313、FS-40

UV-Bランプは、最大限に促進するために短波UVを利用し、耐久性の高い素材の試験や品質管理に最も役立ちます。

¹ SOLAR EYE照度制御システムは、QUV/seおよびQUV/sprayモデルで使用されます。SOLAR EYEシステムは、QUV/basicモデルの手動による放射照度制御手順よりも優れた再現精度と併行精度を実現します。また、SOLAR EYEシステムは、ランプをローテーションさせる必要がなく、ランプの交換頻度も少ないため、メンテナンスが少なくて済みます。

QUV SOLAR EYE照度制御システム

SOLAR EYEシステムの自動フィードバックシステムがあれば、放射照度を継続的に監視し、正確に維持できます。

使い方



手順1: 希望する放射照度レベルを選択します。選択されたレベルは「set point (設定値)」です。

手順2: UVサイクル中に、内蔵センサーが各ランプペアからの光を測定し、このデータをコントローラに送信します。

| Irradiance W/m ² @ Control Wavelength | | | | |
|--|------|------|------|------|
| Actual: | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 |
| Set: | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |

手順3: ランプの各ペアについて、設定値と実際の放射照度の両方が継続的に表示されます。

手順4: コントローラは、測定された放射照度を設定値と比較します。

手順5: 次に、コントローラは電源に指令を出し、ランプの電圧を調整して設定値を維持します。

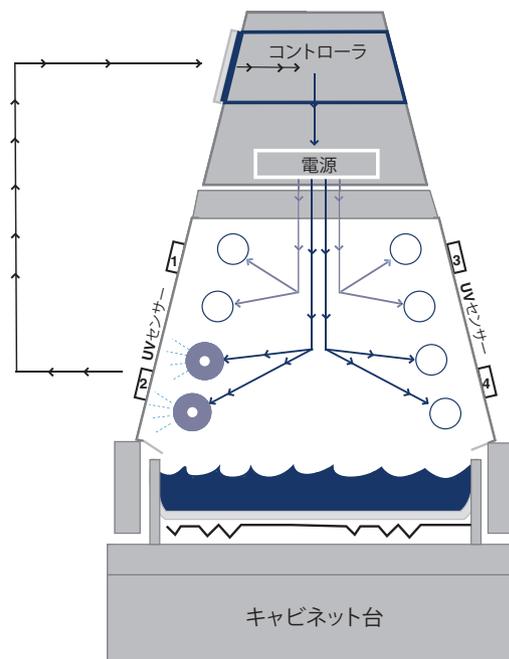


図4—QUV耐候性試験機の放射照度制御システム

SOLAR EYE照度制御システムを搭載したQUV試験機は、手動で放射照度制御を行う試験機よりも優れたランプ寿命、再現性を実現します。ランプをローテーションさせる必要がないため、簡単にメンテナンスができます。

QUV耐候試験機(続き)

QUV耐候試験機では、蛍光UVランプ特有のスペクトル安定性により、放射照度の制御が容易になります。すべての光源は、経年とともに出力が低下します。ただし、他のほとんどの種類のランプとは異なり、蛍光灯の場合は時間の経過に伴うスペクトルパワー分布が変化しません。これにより、試験結果の再現精度が向上し、QUV機を使用した試験の大きなメリットとなります。

図5では、放射照度を制御したQUVモデルで使用時間が2時間経過したランプと5600時間経過したランプとの比較を示しています。新しいランプと古いランプの出力の差はほとんど見られず、SOLAR EYEシステムは、光度を維持しています。さらに、蛍光灯特有のスペクトル安定性があるため、スペクトルパワー分布に実質的な変化がありません。差の割合でグラフ化した同じデータを図6に示します。

そのようなメリットの他にも、特許取得済みSOLAR EYE照度制御システムは、校正が簡単になり、NISTトレーサビリティおよびISO準拠にも対応できます。

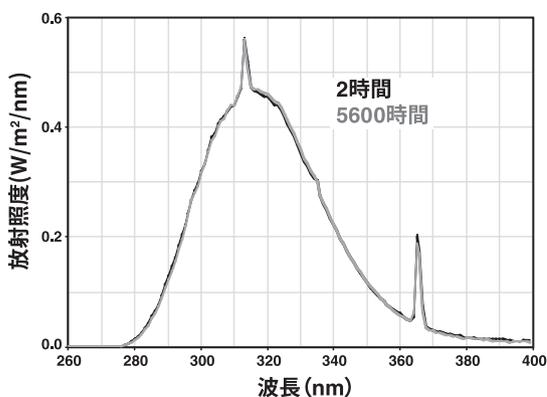


図5—QUV試験機ランプの経年劣化

すべての光源は、経年とともに出力が低下しますが、QUV試験機のSOLAR EYEシステムは、ランプへの電力を調整することで放射照度を一定レベルに保ちます。

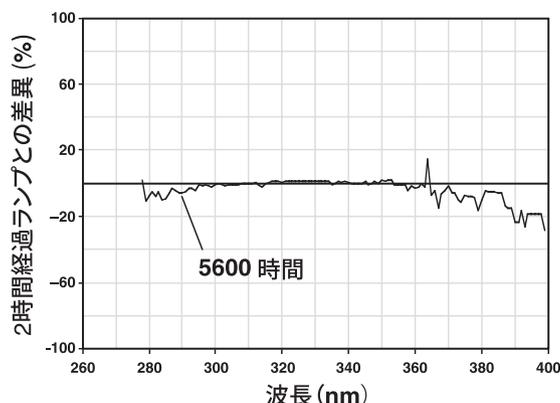


図6—経年劣化したQUV試験機ランプの差(%)

蛍光灯には特有のスペクトル安定性があるため、QUV試験機のスペクトルはほとんど変化しません。



特許取得済みのAUTO CAL®システムとUC1®があれば、校正が数分で済み、NISTトレーサビリティおよびISO17025の要件にも準拠します。

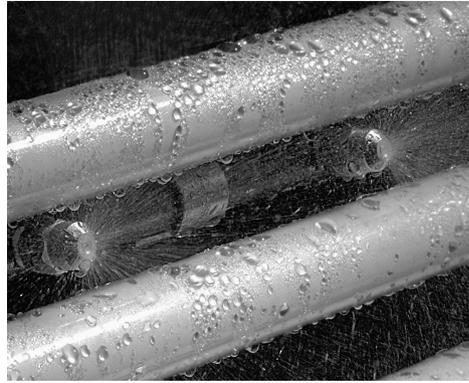


照度センサーは、ISO17025に準拠した再校正を行うために毎年交換してください。

QUV試験機による湿気シミュレーション。 QUV促進耐候試験機を使用する主なメリットは、屋外の水分劣化を現実的に即してシミュレーションできることです。屋外では、素材は1日で最大12時間濡れた状態になることがよくあります。この水分の大半の原因は露によるものなので、QUV試験機は独自の結露メカニズムを利用して屋外の湿気を再現します。

QUV試験機の結露サイクル中、試験機下部にある水タンクを熱し、水蒸気を発生させます。高温の水蒸気により、試験機は高温で相対湿度100%となります。QUV試験機は、試験片が実際に試験機の側壁となるよう設計されています。従って、試験片の反対側は周囲の室内空気に曝されています。室内空気を冷却すると、試験片の表面の温度は水蒸気温度より数度低くなります。この温度差により、結露サイクルの間、試験片表面は連続的に結露します。(図7)

結果として生じる凝縮液は、自然に蒸留された純水です。この蒸留水により、試験結果の再現性が向上し、斑点の発生を防ぎ、QUV試験機の設置と操作を容易にします。



オプションの水噴霧は、木材に使用される屋根材やコーティングに特に役立ちます。

素材は屋外で長い時間このように濡れた状態になるので、一般的なQUV試験機の結露サイクルは4時間以上になります。さらに、凝縮は高温(通常50°C)で行われます。これにより、水分による劣化が大幅に加速します。QUV試験機の長くて高温の結露サイクルでは、水噴霧、浸漬または高湿度などの他の方法よりもはるかに上手く屋外の水分現象を再現します。

標準の結露メカニズムに加え、QUV試験機に水噴霧システムを装備して、その他の劣化させる最終使用状態(熱衝撃や物理的な浸食など)をシミュレーションできます。濡れた状態とUVの交互のサイクル、すなわち、自然の気候と密接に関連した状況を生み出すよう、QUV耐候試験機をプログラミングできます。

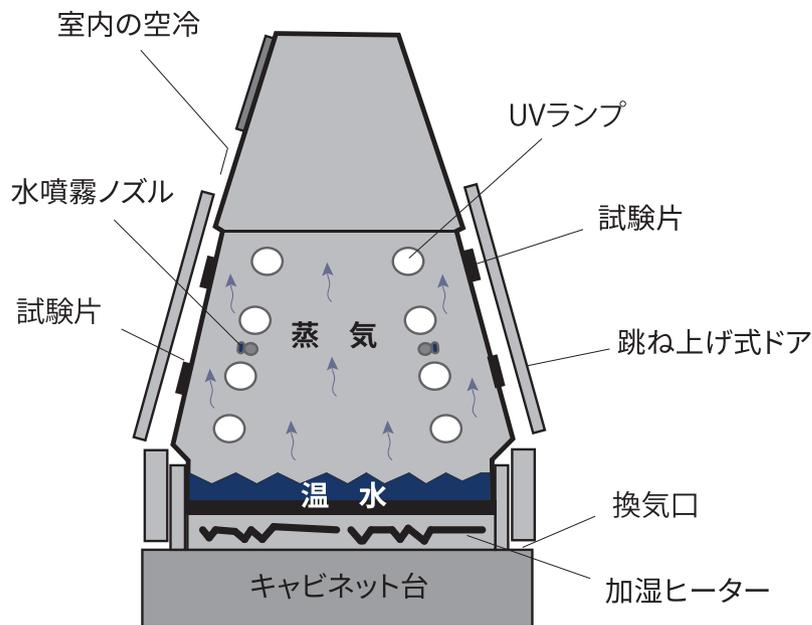


図7-結露期間中のQUV促進耐候試験機の横断面図

QUV試験機は、現実的な高温結露システムからの屋外の水分劣化をシミュレーションします。

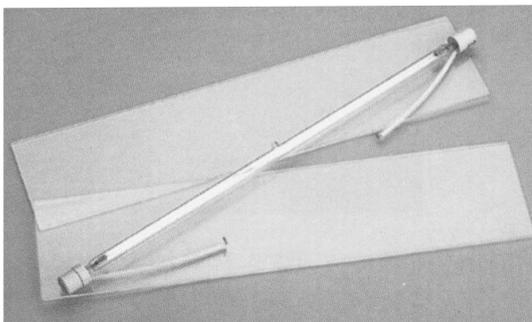
Q-SUNキセノン試験機

太陽光シミュレーション。キセノンアーク試験機はUV、可視光、赤外線エネルギーを生成するので、フルスペクトル(全波長域)の太陽光を最も忠実に再現するとみなされています。キセノンアーク試験機には、全機能装備のQ-SUN Xe-3と卓上式のXe-1があります(図8および9を参照)。

キセノンアークスペクトルの理解には、2つの要因(光フィルタシステムとランプの安定性)を知る必要があります。キセノンアークランプは不要な放射を減らすため、フィルターを通す必要があります。多様なスペクトルを実現するため、数種類のガラスフィルターを利用できます。使用するフィルターは、試験する素材と最終用途に応じて異なります。フィルターの種類を変えると、劣化の速度と種類に大きな影響を及ぼす短波UVの量を変えることができます。ASTM G155の「直射日光、窓入射光、および増強紫外線(UV)」で定義されている通りに、一般的に使用される3つのフィルターカテゴリがあります。図10~12は、これらのフィルターが生成するスペクトルを示しています。日光、窓ガラス、拡張UVフィルターにはいくつかの種類があります。詳細な説明については、技術開示LX-5060「フィルターのオプション」にてご参照いただけます。また、約295~400nmのクリティカルな短波UV領域のスペクトルでの詳細も含まれます。



Q-SUNキセノンアーク試験機は、フルスペクトルの太陽光を再現し、不要な波長を取り除くためフィルターを通します。



Q-SUN試験機の低コストの空冷ランプとフィルターは、簡単に取り付けおよび交換できます。



Q-SUNキセノンアーク試験機は、収容する試験片に合わせて、全機能装備モデルと卓上式モデルをご利用いただけます。

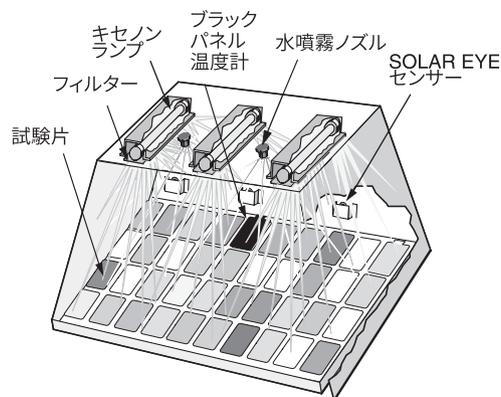


図8—Q-SUN Xe-3

Q-SUN Xe-3は、3個のキセノンアークランプを搭載したフルサイズの試験機です。

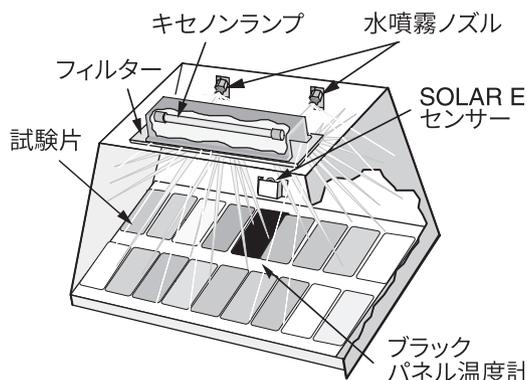


図9—Q-SUN Xe-1

Q-SUN Xe-1卓上式モデルはキセノンアークランプを1個使用します。

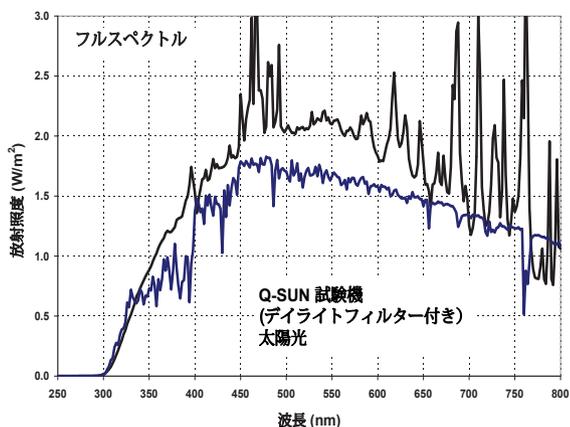


図10a-デイトライトフィルターと太陽光フルスペクトル

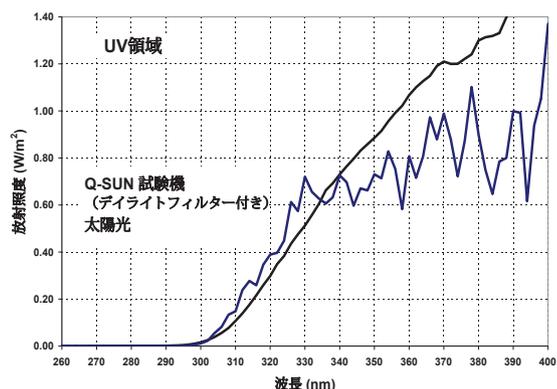


図10 b-デイトライトフィルターと太陽光UV領域

太陽光とデイトライトフィルターを搭載したQ-SUN試験機との比較。デイトライトフィルターは一般的に屋外での曝露のシミュレーションに使用します。太陽光のフルスペクトルを忠実に再現するので、自然の耐候性との相関関係を評価する研究に推奨されています。

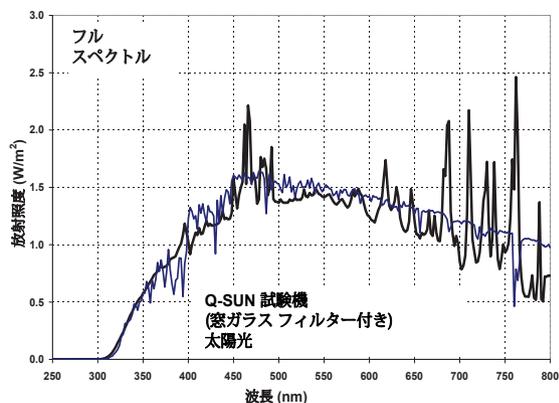


図11a-窓ガラスフィルターとガラスを通じて入射する太陽光

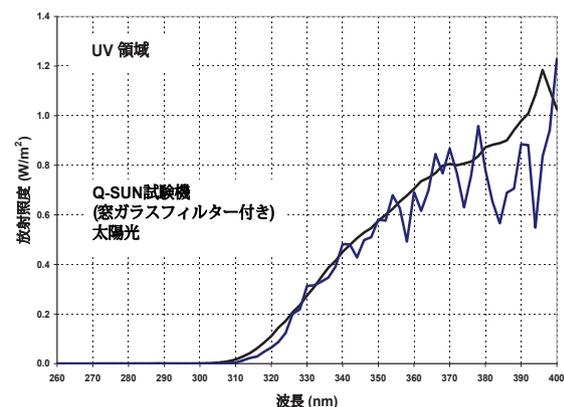


図11b-窓ガラスフィルターとガラスを通じて入射する太陽光

ガラスを通過して入射する太陽光と窓ガラスフィルターを搭載したQ-SUN試験機との比較。このフィルターは、屋内での耐光試験用に設計され、ガラスを通過して入射する太陽光と本質的に同一のスペクトルを生成します。劣化させる同じ波長が含まれるので、スペクトルは一般照明の状況のシミュレーションにも役立ちます。

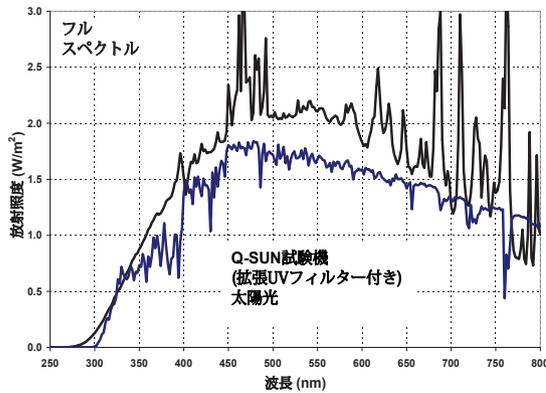


図12a-Q/B拡張UVフィルターと太陽光フルスペクトル

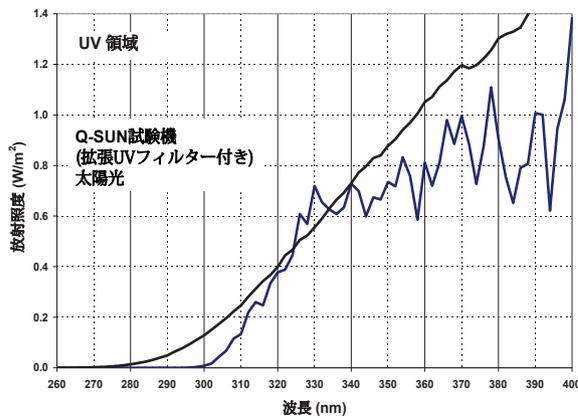


図12b-Q/B拡張UVフィルターと太陽光UV領域

太陽光と拡張UVフィルターを搭載したQ-SUNキセノン試験機との比較。特定の自動車用試験方法では、太陽光の295 nm未満(カットオフ)の短波UVを含んだスペクトルを必要とします。Q/Bフィルターはそのスペクトルを生成します。短波UVの量は非常に多くなりますが、これらのフィルターにより結果が早く得られます。

Q-SUNキセノン試験機(続き)

放射照度の制御。キセノンアーク試験機には通常、照度制御システムを装備しています。Q-SUN試験機のSOLAR EYEシステムを図13に示します。

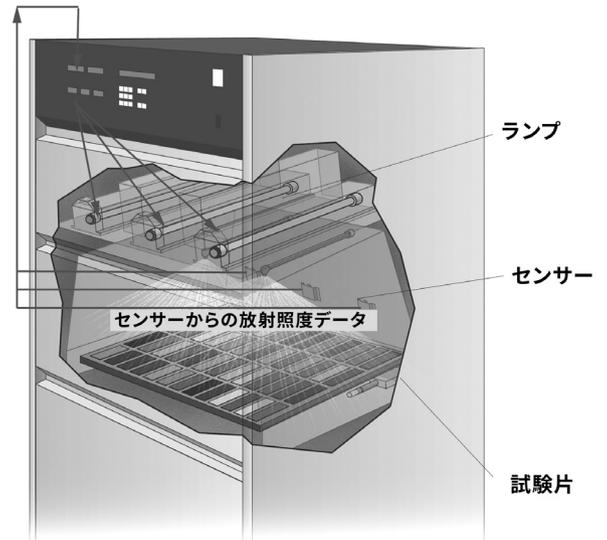
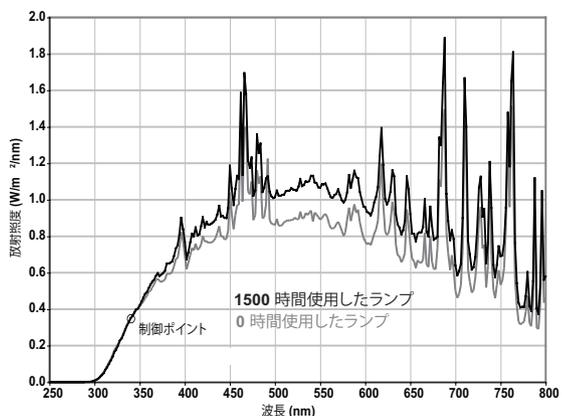


図13-Q-SUNキセノン試験機のSOLAR EYE照度制御システム

キセノンランプは元来、UV蛍光ランプよりも分光的に安定していないので、照度の制御は、キセノン試験機において特に重要になります。図14は、新しいランプと1500時間点灯したランプのスペクトルの違いを示しています。スペクトルは時間が経過すると、長波長でかなり変化することが明らかになっています。同じデータを経時変化の割合としてグラフ化すると(図15)、スペクトルの短波UV部分にも同様の変化があることが明らかになります。ただし、コントローラにより340 nm制御点でスペクトルを維持することができます。

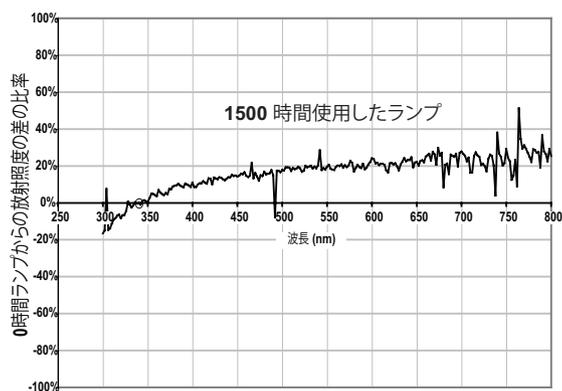


ユニバーサルキャリプレーター(UC)システムを用いれば、必要な校正を簡単に実行できます。



**図14ーキセノンランプのスペクトル出力
1500時間使用vs 0時間**

1500時間使用した後、キセノンランプではスペクトル出力が変化しますが、コントローラが制御点でスペクトルを維持します。



**図15ー経時的なキセノンランプの
スペクトル出力**

キセノンランプが経年劣化すると、光の短波長と長波長の両方でスペクトル出力が変化します。

経年劣化によるこのスペクトルの変化は、キセノンアークランプ固有の特性ですが、補正する方法があります。たとえば、ランプの経年劣化の影響を最小限にするため、もっと頻繁にランプを交換することができます。また、340または420 nmで照度を制御するセンサーを使用することで、特定の領域のスペクトルの変化量を最小限に抑えます。

ランプの経年劣化によるスペクトルの変化にもかかわらず、キセノンアークは信頼性が高く、現実に即した耐候性および耐光性試験用の光源であることが証明されています。

そのようなメリットの他にも、特許取得済み SOLAR EYE 照度制御システムは、校正が簡単になり、NISTトレーサビリティおよびISO準拠にも対応できます。校正放射計と校正温度計は、ISO17025に準拠した再校正を行うために、年1回センサーを交換してください。

Q-SUN試験機のSOLAR EYE照度制御システム

Q-SUN試験機は、特許取得済みで、正確に光を制御するSOLAR EYE照度制御システムを装備しています。SOLAR EYEシステムを使用すると、希望するレベルの放射照度を選択できます。プログラムされた光強度を自動的に監視および維持します。放射照度は、340 nm、420 nmまたはTUVで監視および制御されます。

使い方

手順1: オペレータは、希望する放射照度レベル(設定値)を選択します。SOLAR EYE照度制御システムの画面には、ランプの「設定」および「実際」の放射照度が表示されます。

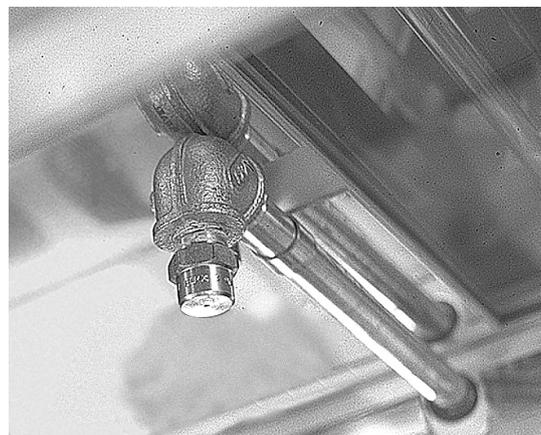
手順2: 内蔵のSOLAR EYEセンサーは光の強度を測定し、制御システムに送信します。

手順3: SOLAR EYEシステムは、「実際」の測定された放射照度を「設定」放射照度値と比較します。

手順4: SOLAR EYEシステムは、ランプへの電力を調整して、放射照度の設定値を維持します。

湿気シミュレーション。大半のキセノンアーク試験機は、水噴霧や湿度制御システムにより、湿気による影響をシミュレーションします。水噴霧の制約は、冷水を高温の試験片に噴霧したときに試験片が冷えることで、これにより劣化速度が遅くなります。²ただし、水噴霧はヒートショックと浸食をシミュレーションするのに非常に役立ちます。キセノンアークでは、水の斑点を防ぐため、高純度の純水が必要になります。

湿度は繊維やインクといった特定の屋内製品の劣化の種類と速度に影響を与えるので、多くの試験仕様では相対湿度を制御することを推奨します。Q-SUNキセノン試験機では、オプションの相対湿度制御をご利用いただけます。



プログラム可能な水噴霧期間は、明期または暗期いずれかとなります。

² 競合する回転ドラム式試験機は、試料方向が垂直なため、使用する水が比較的少なくなります(1分間に約3秒)。

実施上の留意点

試験機は性能が良くても、値段が高すぎて購入または運用できないとなれば、実用的ではありません。購入価格や運用コスト、メンテナンス費用は重要な課題であり、比較検討する必要があります。

購入価格。一般的に、QUV促進耐候試験機は、キセノンアーク試験機よりも経済的です。例えば、QUV試験機は、装置の特徴や大きさにも依りますがQ-SUNキセノン試験機の約1/3の値段になります。³

収納能力。QUV/seモデルとQ-SUN Xe-1は同じような購入価格ですが、試験片の枚数が異なります。QUVの試験片はQ-SUN Xe-1の約5倍、Q-SUN Xe-3の約1.5倍のピースを収納できます。

試験片の取り付け。特殊な試験片ホルダーは一部の立体部品に使用できますが、QUV試験機の標準試験片ホルダーは薄い平面パネルまたは試験片向けに設計されています。Q-SUN試験機は、取り付け可能な試験片の種類で幅を持たせることができます。3D部品、試験管、ペトリ皿、平面パネルを収納できます。



Q-SUN Xe-3は平面パネルの他に、立体部品、試験管、ペトリ皿を収納します。



QUV促進耐候試験機は、蛍光UVランプを使用して、耐久性のある素材に対する太陽光の損傷効果を再現します。



UVA-340ランプを使用することで、臨界短波UV領域で利用可能な最高の太陽光シミュレーションが行えます。

³ 競合する回転ドラム式キセノン試験機は通常、Q-SUNキセノン試験機よりもかなり費用がかかります。

使いやすさとメンテナンス。QUV試験機とQ-SUN試験機はどちらも使いやすく、メンテナンスも簡単です。両方の試験機とも完全に自動化されており、年中無休で連続して稼働できます。自動シャットダウンタイマーにより、指定された時間に試験を終了することができます。特許取得済みのAUTO CALシステムと校正放射計を使用すれば校正も簡単です。試験機が適宜、ランプ出力を自動計測し、搭載制御システムを自動調整するので、校正はキーストロークで実施します。手順の間、すべての試験片とランプはその位置にとどまります。

Q-SUNキセノン試験機4とQUV促進耐候試験機は両方とも使いやすく設計されています。Q-SUN試験機の正面アクセスとQUV試験機の両面アクセスにより、ランプの装着と試験片の取り付けは簡単になります。

メンテナンス費用。QUVとQ-SUN試験機は、両者ともメンテナンス費用が比較的lowめに抑えられています。QUV/seまたはQUV/spray試験機の年間ランプ費用は、Q-SUN試験機よりもかなり低くなります。

また、QUV耐候試験機の電気代も同様に安くなります。さらに、QUV/seおよびQUV/basic試験機では、通常の水道水を使用することができますが、これに対してQ-SUN試験機では高純度の脱イオン水を必要とします。要約すれば、QUV耐候試験機の年間運用コストは、Q-SUNキセノン試験機よりも大幅に低くなります。⁵



Q-SUN試験機のランプの交換は簡単です。ヒンジ式扉を開け、ランプを外してスライドさせます。



QUV/seモデルでは、ランプをローテーションする必要はありません。ただし、ランプの交換時期がきた場合、両面アクセスにより作業を楽に行うことができます。

⁴ 水冷ランプと回転ドラムを特徴とする競合キセノンアークモデルは、一般的にQ-SUNキセノン試験機よりもかなり多くのメンテナンスを必要とします。校正は時間がかかり、煩雑です。試験片の取り付けはより難しく、ランプとフィルターの収納は一層複雑になります。

⁵ Q-SUN試験機のメンテナンス費用はQUV試験機よりは高いですが、競合するキセノンアーク試験機よりはるかに安価です。Q-SUN試験機のランプも、ほとんどのキセノンアークランプよりもかなり経済的であり、Q-SUN試験機のフィルターは交換不要です。また、競合するキセノンアークでは電気の使用量も多くになります。

技術概要:

目的に適した試験機

特にこの試験タイプに馴染みがない場合、適した耐候装置または耐光装置を決定することは困難な場合があります。どのような観点から選択するか、以下に一般的なガイドラインを示します。

但し一般論と同様、例外はあります。

QUV

QUV試験機は、短波UVにおいて優れています。

UVA-340ランプを備えたQUV試験機は、クリティカルな短波UV領域で太陽光を一番良くシミュレーションします。短波UVは一般的に、光沢の減少、強度低下、黄変、亀裂、ひび割れ、脆化などという形でポリマーを劣化させる原因となります。さらに、QUV試験機のUV蛍光ランプは、時間の経過によるスペクトルパワー分布 (SPD) の変化もほとんどなく、分光的に安定しており、これにより再現性と反復性が向上します。詳細については、技術開示 LU-8160「ランプの選択」を参照してください。

QUV試験機は、屋外の湿気による影響のシミュレーションに優れています。

QUV試験機の結露システム (100% RH) は、Q-SUNの水噴霧および湿度制御システムよりも精力的で現実的です。深く浸透する水分は、コーティングにおける水ぶくれ等破損の原因になる場合があります。



Q-SUN

Q-SUN試験機は、長波長のUVスペクトルと可視スペクトルの太陽光によく適合します。

長波UVと可視光線は、色素と染料の色褪せと色の変化が示すポリマー劣化の原因になります。色の変化が問題の場合、通常、Q-SUN試験機を推奨します。

窓ガラスフィルターを搭載したQ-SUN試験機も一般的に、屋内製品を試験する際にQUV試験機よりも優れています。詳細については、技術開示 LX-5060「フィルターの選択」をご参照ください。

Q-SUN試験機は湿度の制御に適しています。

Q-SUN試験機は相対湿度を制御できます。これは、多くの繊維やインクのような感湿材にとって重要な特徴です。高い湿度は、色が変化し、染料濃度が一定にならない原因となります。



二重のアプローチ

多くの研究者はポリマー劣化モードのすべてに関心があるので、二重の試験プログラムがしばしば最良のアプローチとなります。物理的な特性の劣化にはQUV促進耐候試験機を、退色にはQ-SUNキセノン試験機を使用することで、多くのお客様が費用対効果の高い結果を得ています。



For sales, technical, or repair support, please visit:
[Q-Lab.com/support](https://www.q-lab.com/support)

Westlake, Ohio USA • Homestead, Florida USA • Buckeye, Arizona USA
Bolton, England • Saarbrücken, Germany • Shanghai, China