

SUGA TECHNICAL NEWS

No. **225**
2013.4

CONTENTS

- 特 集 最近の注目試験法
海外自動車規格対応の複合サイクル試験機
— ルノーECC1・ドイツNew-VDA —
- 製品紹介 燃焼性試験器 ER-1
- 製品紹介(モデルチェンジ) 携帯分光測色計 CC-m
- 耐候(光)基礎講座 促進耐候(光)性試験の歴史と発展(15)
- 技術レポート 太陽エネルギーの観測結果2012年10月~12月
- 規格ニュース ISO 16539:2013制定 他
- トピックス 「工場見学会・技術セミナー」開催のお知らせ 他



海外自動車規格対応の複合サイクル試験機

*齋藤 公平

—ルノーECC1・ドイツNew-VDA—

世界中の自動車メーカーは、それぞれ独自の腐食促進試験方法を開発し、自社の品質基準に定め、独自の耐食性評価を行っています。昨今ではグローバル化により海外の自動車メーカー規格の腐食促進試験方法の要求が増えていきます。

今回その一例として、フランス ルノー社の腐食促進試験法(ECC1)及びドイツ自動車工業会の新しい腐食促進試験法(New-VDA)をご紹介しますとともに、各々に対応する複合サイクル試験機を併せてご紹介いたします。

1. ルノーECC1試験法

ルノー社の規格(Standardization of Renault Automobiles)に規定の試験方法「D17 2028/_ _C (ECC1:Essai de Corrosion Cyclique 1)」の試験条件を表1(1)(2)に示します。

表1(1)に示すように塩水噴霧②から、15分間のテクニカルフェイズ③後100分以内に試験槽温度35℃、湿度20%rhの低湿にする必要があります。また、表1(2)に示すように、本規格の噴霧量は直径10cmのコレクタにおいて $5.0 \pm 1.0 \text{ m}^3/\text{h}$ と規定されています。写真1はこの試験条件が可能な複合サイクル試験機(CYP-90ZNR型)の外観です。図1のグラフは本機の運転データで、本規格の規定値を満足しています。塩水噴霧②⇒テクニカルフェイズ③⇒強制乾燥試験④では規定が100分以内に湿度 $20 \pm 5\% \text{ rh}$ のところ、18分で25%rh到達、33分で20%rh到達しています。乾燥試験では、安定時槽内温度 $35 \pm 1^\circ \text{C}$ 、湿度 $55 \pm 3\% \text{ rh}$ 、また湿潤試験では、安定時槽内温度 $35 \pm 1^\circ \text{C}$ 、湿度 $90 \pm 3\% \text{ rh}$ の規定を満足しており、各々の試験移行時間も規定どおりです。

表1. ルノー規格「D17 2028/_ _C ECC1」の試験条件

(1) 温湿度サイクル条件

試験項目 試験条件	① Conditioning	② Salt spray (1%NaCl, pH=4)	③ Technical Phases			④ Forced drying	⑤ Drying	⑥ Humidification	⑦ Drying
			Flushing	Wall rinsing	Flushing				
温度	$35 \pm 1^\circ \text{C}$	$35 \pm 1^\circ \text{C}$	$20 \sim 37.5^\circ \text{C}$	$20 \sim 37.5^\circ \text{C}$	$20 \sim 37.5^\circ \text{C}$	$35 \pm 1^\circ \text{C}$	$35 \pm 1^\circ \text{C}$	$35 \pm 1^\circ \text{C}$	$35 \pm 1^\circ \text{C}$
湿度	$55 \pm 3\% \text{ rh}$	—	$25 \sim 100\% \text{ rh}$	$25 \sim 100\% \text{ rh}$	$25 \sim 100\% \text{ rh}$	$20 \pm 5\% \text{ rh}$	$55 \pm 3\% \text{ rh}$	$90 \pm 3\% \text{ rh}$	$55 \pm 3\% \text{ rh}$
試験時間	—	30分	5分	5分	5分	100分	95分	80分	160分
温度移行条件	—	—	—	—	—	30分までは $20 \sim 37.5^\circ \text{C}$	30分までは $35 \pm 2.5^\circ \text{C}$	30分までは $35 \pm 2.5^\circ \text{C}$	30分までは $35 \pm 2.5^\circ \text{C}$
湿度移行条件	—	—	—	—	—	100分以内に $20 \pm 5\% \text{ rh}$	30分までは $15 \sim 58\% \text{ rh}$	30分までは $52 \sim 93\% \text{ rh}$	30分までは $52 \sim 93\% \text{ rh}$

X5回

(2) 噴霧条件

塩水濃度	$1 \pm 0.05\% \text{ NaCl}$
pH	4 ± 0.2
噴霧分布 (6点分布)	$5.0 \pm 1.0 \text{ m}^3/\text{h}$ (直径10cmのコレクタで30分間の噴霧量を重さで測定)
噴霧圧力	$0.7 \sim 1.6 \text{ bar}$ ($0.07 \sim 0.16 \text{ MPa}$)

* 製造本部 技術開発部 課長



写真1. ルノーECC1サイクルが可能な複合サイクル試験機CYP-90ZNR型

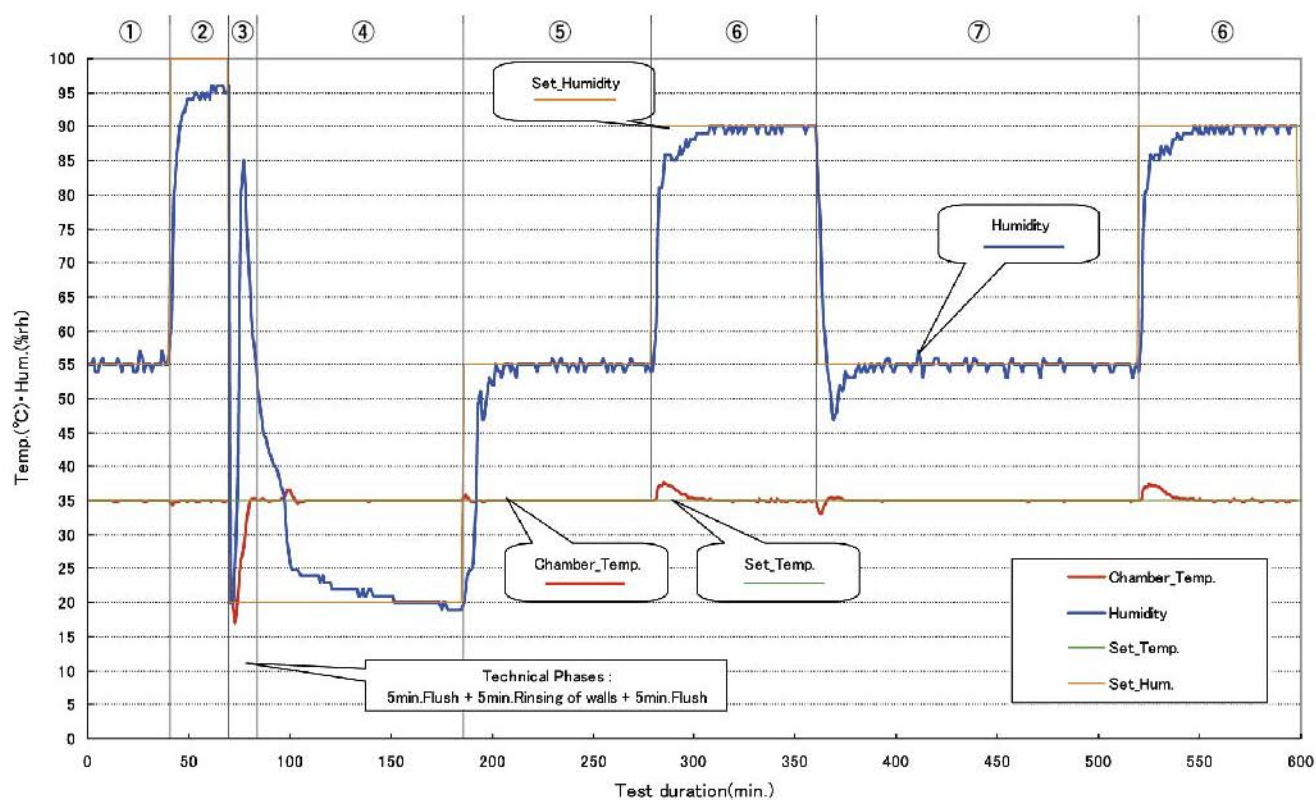


図1. ECC1サイクル運転データ

試験条件を満たすために、最適な乾燥空気を作り出す工夫がされています。

噴霧分布測定結果に関しても、図2に示すように 5.0 ± 1.0 mℓ/hの規定値を満足する結果が得られています。

本機は、ルノーECC1試験対応はもちろん他の自動車メーカーの試験規格にも対応するように設計されています。仕様を表2に示します。

噴霧分布測定結果

採取場所	重量(g/30分)	噴霧量(mℓ/h)
1	2.11	4.19
2	2.51	4.98
3	2.20	4.37
4	2.12	4.21
5	2.71	5.38
6	2.61	5.18

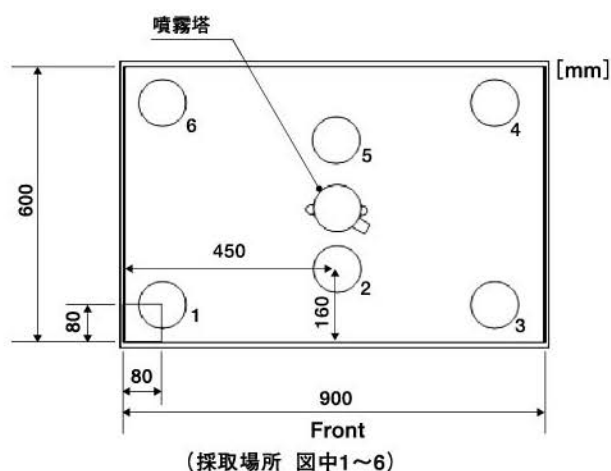


図2. 噴霧分布測定結果

表2. CYP-90 ZNR の主な仕様

試験条件 ※各試験のサイクル試験が可能	【塩水噴霧試験】	温度：35・50±1℃	
	【乾燥試験①】	温度：(RT+10℃)～70±1℃	湿度：25±5%rh (60℃において) 55±3%rh (35℃において)
	【乾燥試験②】	温度：35±1℃	湿度：20±5%rh
	【湿潤試験】	温度：(RT+10℃)～50±1℃	湿度：60～95±5%rh (50℃において) 90±3%rh (35℃において)
	【外気導入試験】	温湿度制御無し	
	【湿潤高湿試験】	温度：50±1℃	湿度：95%rh以上 (50℃において)
	【フラッシュ試験※】	温度：20～37.5℃	湿度：25～100%rh
	【ウォールリンス試験※】	温度：20～37.5℃	湿度：25～100%rh
試験片	寸法：70×150×t1mm 取付枚数：48枚(保持角15°又は20°) 試験片枠耐荷重：6kg		
試験槽内寸法	約幅90×奥行60×高さ50cm		
本体寸法	約幅183×奥行101×高さ172cm		
所要水压	最小0.1MPa・最大0.2MPaで使用		
所要水量	本体(水道水)：0.7m³/day 湿度発生機(純水)：0.6ℓ/h ECC1試験 壁洗浄(wall rinsing)時(水道水)：12ℓ/5min		
所要空気圧 空気量	標準試験時：0.15MPa、20ℓ/min ECC1試験時：0.6MPa、750ℓ/min		
電源容量	3相 200V 約19A		
運転質量	約300kg		

※試験中上記温湿度範囲内で制御

2. ドイツNew-VDA試験法

ドイツ自動車工業会VDA (verband der automobil-industrie) 規格の中で、最近注目されている新しい試験法 (New-VDA) があります。

標準的な試験は、それぞれが24時間ずつのデیلیーサイクルA・B・Cを、B⇒A⇒C⇒A⇒B⇒B⇒Aと組み合わせる事で1週間のサイクルとし、これを6サイクル (6週間) 繰返し行います。

各々のサイクルで温度・湿度の勾配運転が要求され、温度は-15℃から50℃、湿度は50%rhから100%rhまで変化させる複雑なサイクルとなっています。図3にデیلیーサイクルABCの試験条件を示します。

写真2 (次頁) はこの複合サイクルが可能な複合サイクル試験機 (CCT-3LZ型) の外観です。

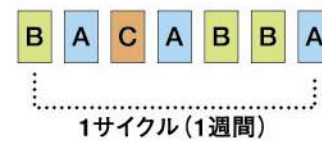
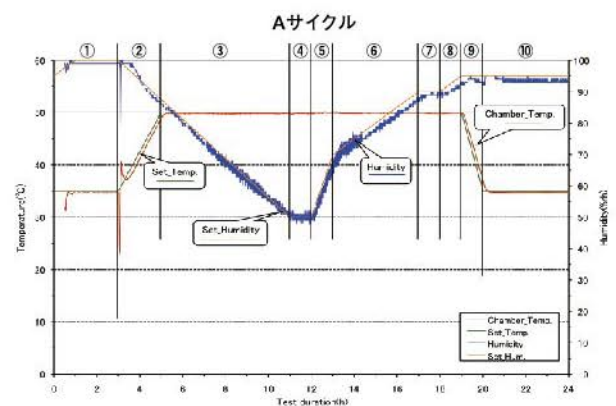


図3. New-VDA の試験条件

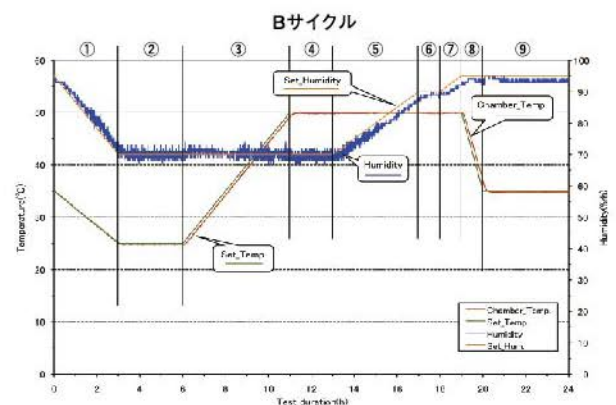
(1) デیلیーサイクルA

試験条件		温度	湿度	試験時間
塩水噴霧	①	35℃	—	3時間
湿 潤	②	35℃⇒50℃	100%rh⇒88%rh	2時間
	③	50℃	88%rh⇒50%rh	6時間
	④	50℃	50%rh	1時間
	⑤	50℃	50%rh⇒70%rh	1時間
	⑥	50℃	70%rh⇒90%rh	4時間
	⑦	50℃	90%rh	1時間
	⑧	50℃	90%rh⇒95%rh	1時間
	⑨	50℃⇒35℃	95%rh	1時間
	⑩	35℃	95%rh	4時間



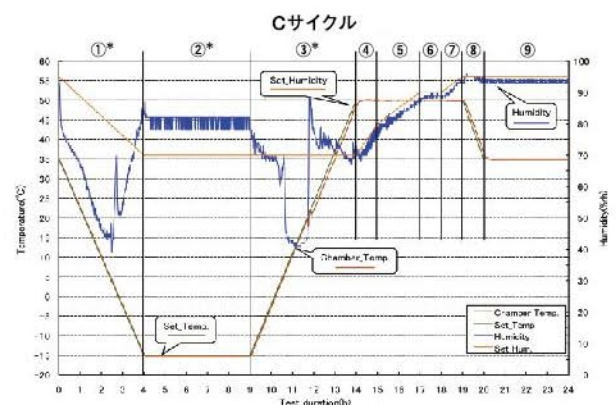
(2) デیلیーサイクルB

試験条件		温度	湿度	試験時間
湿 潤	①	35℃⇒25℃	95%rh⇒70%rh	3時間
	②	25℃	70%rh	3時間
	③	25℃⇒50℃	70%rh	5時間
	④	50℃	70%rh	2時間
	⑤	50℃	70%rh⇒90%rh	4時間
	⑥	50℃	90%rh	1時間
	⑦	50℃	90%rh⇒95%rh	1時間
	⑧	50℃⇒35℃	95%rh	1時間
	⑨	35℃	95%rh	4時間



(3) デیلیーサイクルC

試験条件		温度	湿度	試験時間
低 温 湿 潤	①*	35℃⇒-15℃	95%rh⇒70%rh	4時間
	②*	-15℃	—	5時間
	③*	-15℃⇒50℃	70%rh	5時間
	④	50℃	70%rh⇒80%rh	1時間
	⑤	50℃	80%rh⇒90%rh	2時間
	⑥	50℃	90%rh	1時間
	⑦	50℃	90%rh⇒95%rh	1時間
	⑧	50℃⇒35℃	95%rh	1時間
	⑨	35℃	95%rh	4時間



(①* ②* ③*) については温度制御なしで運転した。



写真2. New-VDA サイクルが可能な複合サイクル試験機 CCT-3LZ 型

また、本機（CCT-3LZ型）はNew-VDA試験はもちろん、さまざまな自動車メーカーの試験規格にも対応するよう設計されています。主な仕様を表4に示します。CCT-3LZ型は試験槽内寸法が約幅200×奥行100×高さ120cmの

大型で、一度に大量の試験片や大型の成形品が取り付けられます。この他、試験槽の大きさが約幅120×奥行90×高さ100cmのCCT-2（L）型、約幅96×奥行61×高さ86cmのCCT-1（L）型があります。

表4. CCT-3LZの主な仕様

試験条件	【塩水噴霧試験】	温度：35・50±1℃
	【乾燥試験①】	温度：20～70±1℃ 湿度：25±5%rh（60℃において）
	【湿潤試験】	温度：50～70±1℃ 湿度：60～95±5%rh（50℃において）
	【外気導入試験】	温湿度制御なし
	【低温試験】	温度：-20～20±1℃ （温度移行規定あり）
	【湿潤試験（JASO試験時のみ）】	温度：50±1℃ 湿度：95%rh以上（50℃において）
	【乾燥試験②】	温度：60±1℃ 湿度：35±5%rh（60℃において）
試験片	寸法 約150×70×t0.4mm以上t3.2mm以下 取り付け数 384枚（保持角15°又は20°）	
試験槽内寸法	約幅200×奥行100×高さ120cm	
本体寸法	約幅358×奥行243×高さ241cm	
電源容量	3相 200V 約108A	
運転質量	約2440kg	

燃燒性試験器 ER-1

*大場 良保



ガス流量調整用流量計

概要

米国の安全規格CPSC (Consumer Product Safety Commission) 16 CFR1610に基づいた繊維製品の燃焼速度を測定する試験機です。45°に保持した試験片(約5×15cm)に対して、16mmの長さの炎を1秒間接炎し、試験片上端までの燃焼にかかる時間を計測します。

特長

試験片への着炎から燃焼時間測定までの工程を、全て本体前面の制御パネルで操作することができ、試験片への着炎を自動で行えます。

まず試験片取付けと着炎時間設定を行い、バーナに点火します。その後、試験スイッチを押すだけで、モータ駆動によりバーナが着炎位置まで移動します。バーナは設定した着炎時間が経過すると自動的に消火し、元の位置まで戻ります。

試験片への着炎を自動化することにより、個人差をなくし、試験片燃焼の経過観察を簡便にします。また、着炎から試験片上端の燃焼までの時間も、マイクロスイッチとタイマーによって自動的に計測できる設計になっています。

更に、炎長さの調整を正確に行えるよう、ガス流量調整用の流量計を使用しています。供給ガス量の微調整が可能のため、炎長さの調整を正確に行えます。試験の再現性が向上し、高い精度で燃焼速度を測定することができます。

仕様

燃焼室寸法	約幅37×奥行22×高さ36cm
試験片寸法	約5×15cm
接炎時間設定範囲	0.01～99.99sec
燃焼時間計測範囲	0.0～99999.9sec
本体寸法	約幅47×奥行37×高さ53cm
電源容量	単相 100V 約1A

*日高・川越工場 耐候課

携帯分光測色計 CC-m

*喜多 英雄



■概要

CC-mは、携帯型の分光測色計です。持ち運びが簡単で屋外での測定や、大型のサンプルに直接当てての測定に便利です。また縦型のため凹部や狭い場所の測定など、様々な場面で使用が可能です。

大画面のカラー液晶のタッチパネルを採用し、視認性・操作性良く快適に扱えます。

光源はスガ独自のVI-LED(高演色白色LED)で、測色に最適な光量を確保しかつ長寿命です。更に2つの分光器を搭載したデュアルシンクロセンサ方式により高安定性を実現しました。

■特長

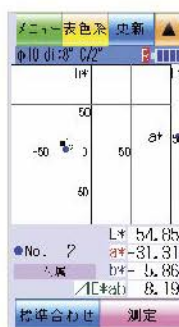
1. 視認性

クラス最大級の大画面を搭載し、見やすく快適。

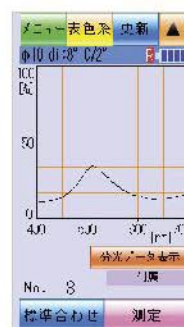
4.3インチの大画面のカラー液晶を採用。操作ボタンがわかりやすく、計測結果をその場で大きくグラフ表示できるなど、見やすい画面デザインになっています。

グラフ表示はxyY、Lab、L*a*b*、Lab偏色判定、L*a*b*偏色判定、分光反射率の6種類に対応しています。

グラフ表示例



L*a*b*



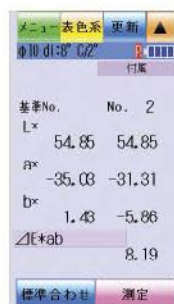
分光反射率

2. 操作性

操作の時間を短縮。ユーザビリティに配慮した操作性。

必要な機能を全てメイン画面に配置することで、操作の手間をより少なくしました。ボタン類は画面の上下に配置。種類の多い表色系も一目で確認し、選択することができます。

さらに使用頻度の高い3つの機能(零合わせ・標準合わせ・測定)は、本体側面のマルチボタンで行うことができます。



L*a*b*



表色系選択

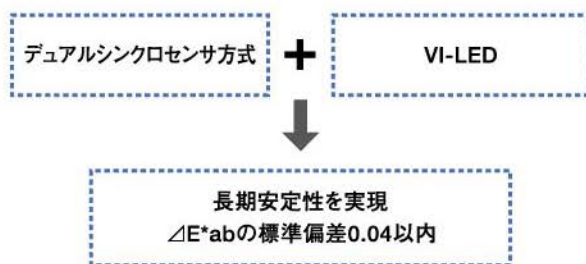
マルチボタン



3. 信頼性

長期間の使用にも耐え、安定した測定値を提供。
クラス最高の安定性能。

デュアルシンクロセンサ方式を採用し、サンプルからの反射光とランプの光量の変動を波長毎に同時に監視します。
また、光源は長寿命2万時間（2000万回測定）のスガ独自のVI-LEDで、従来の白色LEDとは異なり、可視域全波長において十分な光量があります。これらの機能の融合により長期の安定測定を実現しました。



■測定項目

分光反射率、XYZ、xyY、L*a*b*表色系、L*u*v*表色系、ハンター表色系、色の三属性（マンセル値）、JIS染色堅ろう度等級、白色度、黄色度・黄変度、合否判定、各種色差式



■仕様

測定条件	A、C、D50、D65、D75、F2、F6、F7、F8、F10、F11、TL84、UL30（2度視野及び、10度視野）
光学条件	拡散光照明8°受光（de:8°、di:8°切替可）反射測定
測定孔径	直径10mm、5mm
測光方法	デュアルシンクロセンサ方式
波長範囲	400～700nm 波長間隔10nm
光源	VI-LED（高演色白色LED）
安定性	ΔE*abの標準偏差0.04以内（白色校正標準板を連続30回測定したとき）
本体寸法	約幅82×奥行112×高さ248mm【質量980g】
電源容量	3.7V充電式リチウムイオン電池 充電時間約7時間（満充電で約1000回測定可能）
充電器	AC100～250V 50/60Hz 0.5A
インターフェース	Bluetooth、USB2.0 miniB端子
言語	日本語、英語、ドイツ語、フランス語、イタリア語、スペイン語
規格	JIS Z 8722、JIS L 0809、CIE Pub,No15、ISO 7724、ISO 11664、ISO 105 J01～03、ASTM E313、ASTM E308

※1 測定値の基準である白色校正標準板は、国際標準（産業技術総合研究所）とのトレーサビリティを確立。装置の校正は当社JCSS光校正技術に基づき正確を期しています。

※2 充電器には日本国内用のAC100V用電源コードが標準付属です。AC100V以外で使用する場合は別途対応した電源コードが必要になります。

* 製造本部 色彩課 課長

促進耐候(光)性試験の歴史と発展(15)

前号より続く

須賀 茂雄
木村 哲也

(3-3) シャープカットガラスフィルタ

キセノンランプは、太陽光に含まれない紫外部から赤外部までの光を放出する。太陽光に近似した分光放射照度を得るため種々のガラスフィルタが使用される。ガラスの定義はいろいろあるが、ASTMでは「ガラスとは溶融体を冷却して、その間に結晶を晶出することなく、固化することのできる無機質」と定義している。ガラスの分類は、組成、製法、用途、色、形状などにより異なるので、論理的に一貫した立場からは不可能であるが、組成上からは下記のように分類される。

①珪酸塩ガラス(Silicate glass)

古くから知られている珪酸塩を主成分とするガラスで、含まれる物質により下記のように分類される。

- a. 珪酸ガラス(Silicaglass): SiO_2 のみを主成分とする。
溶融石英ガラス(Fused quartz glass)
- b. 珪酸アルカリガラス(Alkali silicate glass):
水ガラス
- c. 鉛アルカリガラス(Lead-alkali glass):
フリントガラス、クリスタルガラス
- d. ソーダ石灰ガラス(Soda-lime glass):
クラウンガラス、板ガラス、瓶ガラス
- e. カリ石灰ガラス(Potash-lime glass):
ボヘミアン・クリスタルガラス
- f. バリウムガラス(Barium silicate glass):
バリウムフリントガラス、無アルカリバリウムガラス

②硼珪酸ガラス(Borosilicate glass)

酸性成分として B_2O_3 及び SiO_2 を有するガラス。酸性成分として普通はアルカリ及び多少の Al_2O_3 を含む。 B_2O_3 は低膨張性、化学的耐久性、耐熱性等に顕著な効果を発揮するので理學用・医療用・プラント用として多く用いられる。

③磷酸塩ガラス(Phosphate glass)

B_2O_3 または SiO_2 とともにかなりの量の P_2O_5 を酸性成分として含有するガラスで、適当量のアルカリ及びアルカリ土類酸化物を導入した特殊ガラス。その大部分は R_2O 、 RO 、 R_2O_3 等で修飾された硼磷酸ガラス(Borophosphate glass)で光学ガラス、フィルタ、特殊管球ガラス等に応用される。

キセノン促進耐候(光)性試験機に用いられるフィルタには種々あるが主に用いられるガラスフィルタは硼珪酸ガラスを用いたものが多い。又、太陽の分光放射照度と近似させるため短波長側を遮断するシャープカットフィルタが用いられることが多い。シャープカットフィルタは、JIS B 7113 写真撮影用シャープカットガラスフィルタに規定されていたように、ある波長以下の光はできるだけ遮断し、これより長波長の光はなるべく完全に透過させるものとして、図14に示すように波長傾斜幅($\Delta\lambda$:分光透過率が72%と5%になる波長幅)、透過限界波長(λ_T :波長傾斜幅の中心に相当する波長)、高透過域の透過率(T_H :高透過限界波長から800nmまでの高透過率における透過率の平均)、吸収域の透過率(T_A :吸収限界波長より30nm以上短い波長の吸収域における透過率)が規定されていて、キセノンランプに用いるフィルタもこの規格に準じている。特に自然昼光(太陽光)の屋外光と室内光の分光放射照度に合わせるため、波長295nm、275nm、320nm、350nmで立ち上がるフィルタが多く用いられる。その分光透過率を図15に示す。

図14 シャープカットフィルタの透過限界

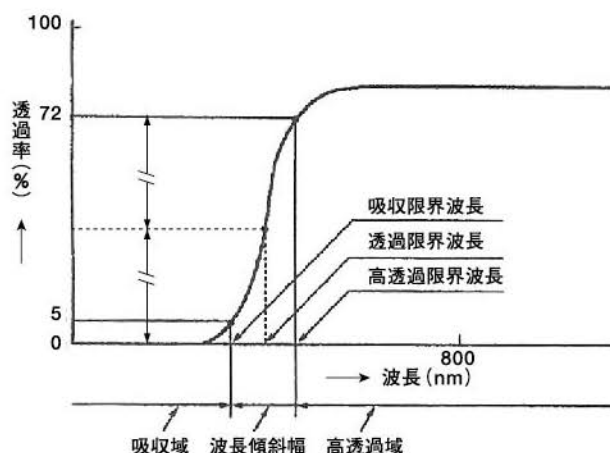
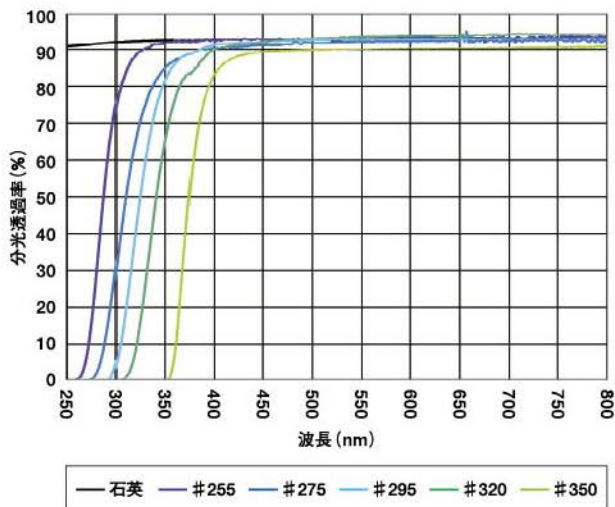
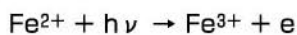


図15 促進耐候(光)性試験機に用いられるフィルタの分光透過率



ガラスは、紫外線を受けるとソラリゼーションと呼ばれる短波長側の透過率が減少する性質がある。特にガラス中に含まれるFeOが紫外線により次のように変化することによる影響が大きい。



$h\nu$: 光量子

h : プランク定数

ν : 光の振動数

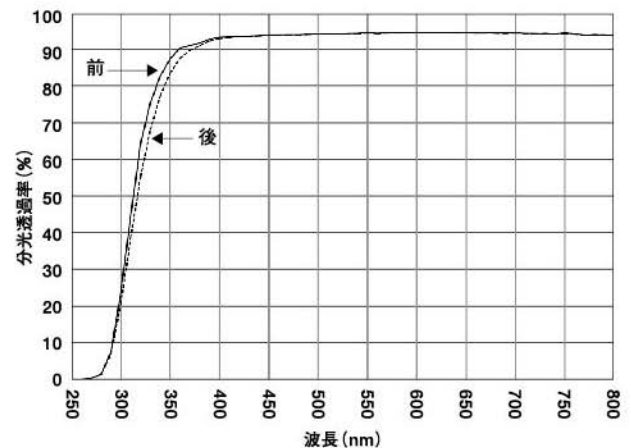
e : 電子

ガラス中に含まれるFeOがFe₂O₃に変化することにより、300nm近辺の波長域で吸収が起り、立ち上がり波長が長波長側にシフトし、紫外部の透過率が減少する。図16にソラリゼーション前後のガラスの分光透過率のグラフを示す。鉄以外にもTi、As、Sb、Mn、Ce等ガラス中に含まれる元素の場合に生じる化学反応で、この変色は可逆的であるという。

ガラスの紫外線透過率(立ち上がり波長)については、古くからCrookes、Starkie、Turner、Fritz-Schmidt、Gehlhoff、Thomas、杉江、不破、Coblentz、Stairなど多くの人が研究している。ガラスに含まれている元素の内、紫外線透過に有害な成分は次のようにいわれている。

- ①Na₂O、K₂O又は炭素の影響は少ない。
- ②MgO、CaO、ZnO、BaOも影響は少ない。
- ③Al₂O₃、As₂O₃はいくぶん害作用をする。
- ④PbO、Sb₂Oはかなり影響する。
- ⑤TiO₂、FeO₃、V₂O₅、CeOは強く害作用をする。

図16 シャープカットフィルタのソラリゼーション



Crookesは酸化鉄の内、Fe₂O₃は紫外線透過に有害であり、FeOは影響が少ないことを研究した。StarkieとTurnerはFe₂O₃→FeOになる還元作用の研究を行い紫外線透過の実験を行った。その結果を表2及び図17に示す。3価の鉄イオンが少ないほど紫外部の立ち上がり波長が早く、赤外部の透過率も良いことが分かる。

(3-4) 赤外遮断ガラスフィルタ

キセノンアークランプは図3(スガテクニカルニュース No.224、P14参照)に示すように、赤外部に多大なエネルギーを発生する。このため赤外部のエネルギーを受け、試験片の温度が上がるので、試験片が受ける光源からの熱の影響を減じるために用いるのが赤外遮断フィルタである。ガラス素材に添加物を加えて作る場合には、通常燐酸塩ガラスにFeOを添加し、可視部を吸収することなく、赤外部のみを吸収させる目的で製品化されている。図18にその分光透過率を示す。近年は、蒸着技術の発展によりガラス表面に蒸着膜を形成し、赤外部の分光透過率を選択吸収する方法もある。その一例を図19に示す。

表2 還元熔融によるFeOの量 (Starkie及びTurner)

名称	全鉄分 (Fe ₂ O ₃ として)	FeO	(Fe/全Fe ₂ O ₃)×100
P/129	0.005	diff	diff
P/130	0.008	diff	diff
P/131	0.010	diff	diff
P/132	0.015	diff	diff
P/133	0.035	diff	diff
P/134	0.060	0.040	67
P/135	0.095	0.082	86
P/136	0.190	0.160	84
P/137	0.500	0.450	90
P/138	0.800	0.720	90
P/139	1.000	0.890	89

diff : 分析困難

図17 ガラスの鉄分による紫外線透過限界

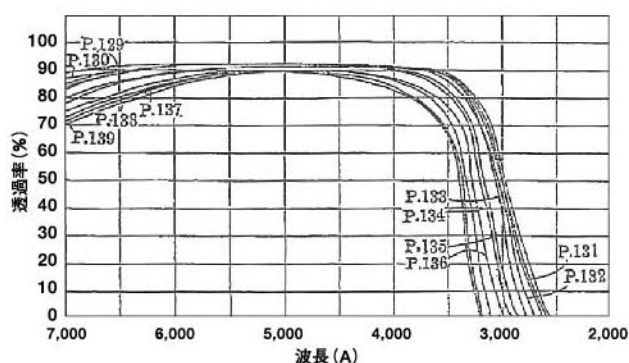


図18 ガラス素材の赤外遮断フィルタの分光透過率

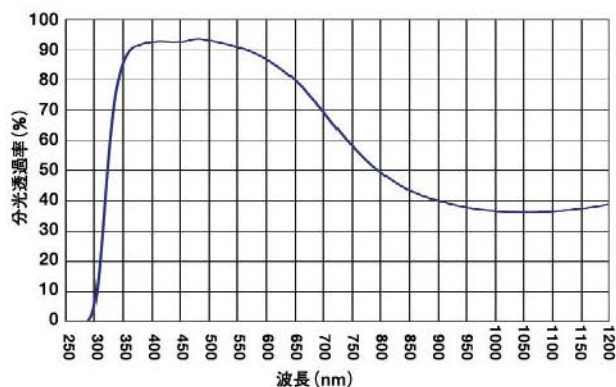
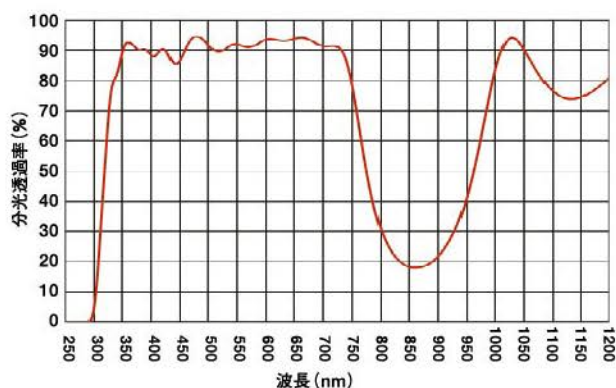


図19 蒸着膜加工の赤外遮断フィルタの分光透過率



(4) 分光放射照度

スガテクニカルニュースNo.215で紹介したように、世界の各地で受ける屋外の太陽エネルギー量は異なり、それによって物質の劣化具合は異なる。年毎の違い、季節の違い、1日の時間変化、温湿度・降雨量・雲の発生や大気の状態により同じ地域でも受ける太陽エネルギーは、その分光放射照度・放射露光量は異なる。又、屋外で 사용되는ものと屋内で使用されるものでは、受ける光のエネルギーは、その分光放射照度・放射露光量は大きく異なる。自然条件下の物質の劣化・経時変化を促進耐候(光)性試験機で短時間に再現するため、光源の分光放射照度分布や試験中の放射露光量の管理は極めて重要である。そのため、試験目的に応じて、キセノンランプ・フィルタを選択することにより、試験目的にあった分光放射照度・放射露光量を選択している。

(5) 放射照度の測定方法

放射照度の測定方法には、①分光器による方法(分光放射照度を測定)と②放射照度計による方法(フィルタ式:ある波長域の放射照度を測定)がある。

①分光器による方法は、光源のエネルギーを回折格子やプリズムなどの分散素子を用いて、分光して各波長毎の分光放射照度を測定するものである。分光方式には、2つの方式があり、一つは図20に示すように従来から行われている「モノクロメータ」方式と呼ばれる方式である。これは入射スリット・回折格子やプリズムなどの分散素子・分散素子を機械的に駆動する波長走査機構及び出射スリット・検出器等で構成される測定光を単色光にして、波長に同期させて分光放射照度を測定する方式である。検出器は高感度のフォトマル(Photomultiplier 光電子増倍管)やフォトダイオード等が用いられ、通過帯域の高分解度精密走査が要求される分光放射測定システムに用いられる。また、分散素子を2ケまたは3ケ使用して分光波長幅をさらに狭くして波長精度を上げたダブルモノクロ方式、トリプルモノクロ方式もある。これに対してもう一つの方式は、図21に示すように、「ポリクロメータ」方式である。入射スリットだけで出射スリットがなく、回折格子などで分散したスペクトルの焦点面で分散された光を一瞬に測定する。検出器としては、アレイ状のMCD(Multi Channel Detector)、フォトダイオードアレー

図20 モノクロ式分光器の構造

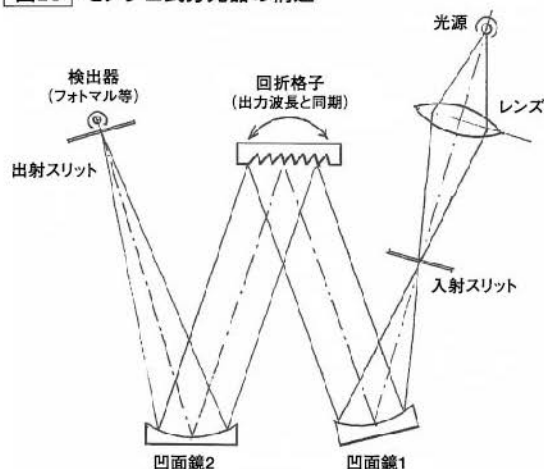
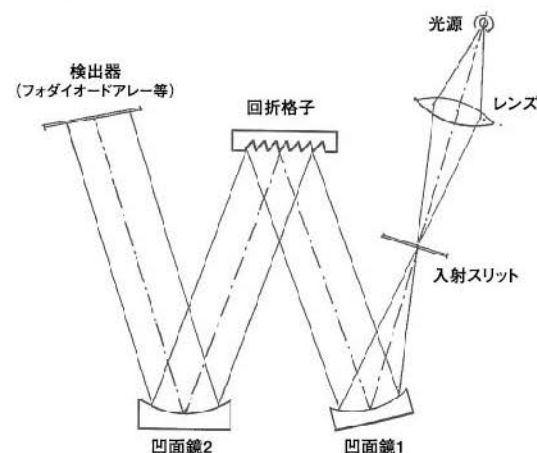


図21 ポリクロ式分光器の構造



(Photodiode Array)やCCD (Charge Coupled Device Image Sensor:電荷結合素子) が用いられ、機械的波長走査の必要ない分光放射システムである。一般にポリクロメータ方式放射測定システムは分光放射照度及びその経時変化については極めて有益な情報を取り扱い容易でリアルタイムに得られる特徴を持っており、その分光精度も高くなってきているので、多くの分野で使用されてきている。ただ、紫外部の測定精度はモノクロメータ方式より低く、特に光学系の汚れによる迷光や積分球の白色塗膜の汚れが測定値に影響するので、その管理には注意しなくてはならない。

測定光の分光測光器への導入方法についてはJIS Z 8724 色の測定方法—光源色に下記の3方式が記載されている。

a. 光源の光を積分球に入射させ、積分球からの拡散光を分光測光器へ導入する方法 (図22)

b. 光源の光を硫酸バリウム又はPTFE (Poly Tetra Fluoro Ethylene ポリテトラフロロエチレン) 粉末を圧着した拡散反射面に垂直に当て、その拡散反射面の法線から45°の拡散反射光を分光測光器へ導入する方法 (図23)

c. 光源の光を乳白ガラス、乳白アクリル拡散板、又は粒度#100～#220の研磨材で、片面又は両面を砂ずりしたガラス板などの拡散透過面に垂直に入射させ、その拡散透過光を分光測光器へ導入する方法 (図24)。

それ以外に石英製のファイバーで直接入射させることも行われている。

図22 測定光の分光測光器への導入条件 a

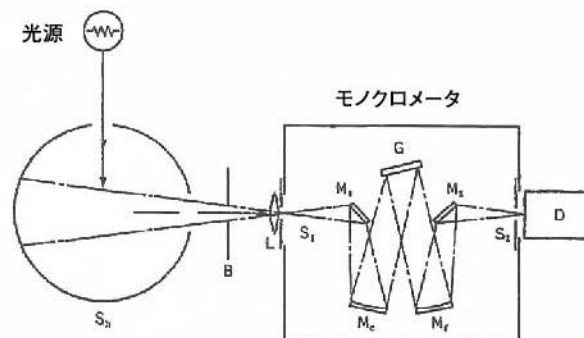


図23 測定光の分光測光器への導入条件 b

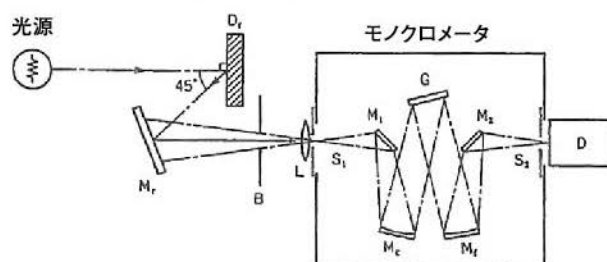
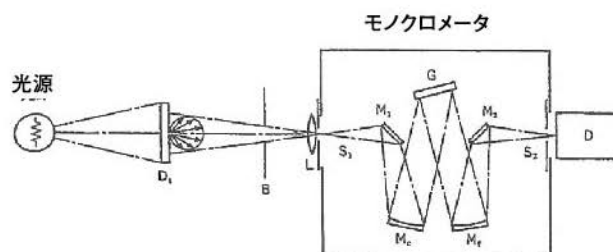


図24 測定光の分光測光器への導入条件 c

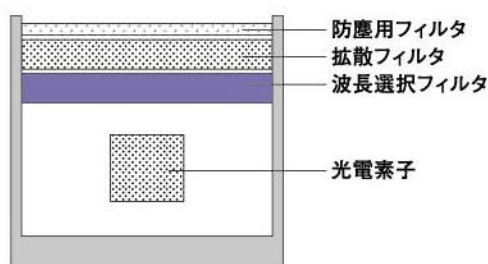


Sh:積分球 B:遮光絞り G:回折格子 S1,S2:入、出射スリット
M1,M2:平面ミラー Mc:コリメータミラー Mf:フォーカシングミラー
D:放射検出器 L:フィードレンズ Dr:拡散反射面 Mr:平面ミラー
Dt:拡散透過面

分光測定する放射の入射パワーの強度が十分な場合は、一般に、入射光の配光状態の等価性、偏光解消能力などからみて、条件aで入射を与えた時が最も正確な結果が期待でき、条件b、cの順に誤差が増す。逆に入射パワーの強度が十分でない場合、拡散反射面を使用した条件bの方が有利である。石英ファイバーで直接入射させる場合は光ファイバー束の入射端への光の入射角によって、入射スリットへの照明条件が変わる可能性があるので注意する必要がある。分光放射照度を測定する測定器は、分光室は密閉構造でほこり等が入りにくい構造になっているが、放射照度計に比べて構造が複雑なので、光学系の管理、積分球或いは拡散板の汚れ等には十分注意をする必要がある。

②放射照度計による方法には、波長選択性のない放射計と選択性のある放射計があり、波長選択性のない放射計は白黒のサーモパイルを受感部に用いて、305～2800 nmの波長範囲の放射照度を一括して測定する構造で、通常屋外の放射照度測定に用いられる。波長選択性のある照度計は、図25のような構造で、測定波長域の範囲で、狭帯域タイプ(測定波長半値幅 <20nm)・広帯域タイプ(半値幅20～70nm)・超広帯域タイプ(半値幅>70nm)に分類される。一般に促進耐候(光)性試験機の試験中の放射照度を測定するのに用いられるのはJIS K 7363 プラスチック—耐候性試験における放射露光量の機器測定—通則及び基本的測定方法や、JIS C 1613 メタルハライドランプ方式試験機用高エネルギー紫外放射照度計等に記載されているように、波長選択性のあるフィルタ式放射計が使用されることが多く、促進耐候(光)性試験に影響の大きい紫外部(300～400nm)の放射照度を測定し、屋外との相関に役立てている。

図25 波長選択性のある放射照度計の構造



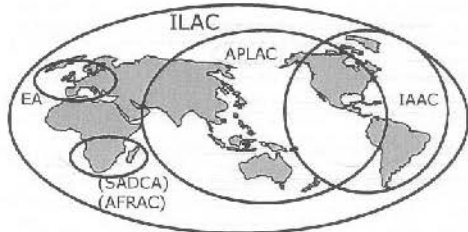
(6) 放射照度計の校正方法

JIS K 7363 プラスチック—耐候性試験における放射露光量の機器測定—通則及び基本的測定方法には「放射照度計の校正は測定しようとする波長範囲をもつ分光放射計並びに測定光源と同じ光源を用い、置換法によって行う。またこの校正手順に用いる分光放射計は、国家標準にトレーサブルな標準放射源を基準にして校正する。」と記載されている。日本における分光放射照度の標準は、産業技術総合研究所が保有する分光放射輝度照度測定装置である。JCSS (Japan Calibration Service System) の対象となる校正の源である国家計量標準(一次標準:特定標準器等又は特定標準物質)は計量法に従い、産業界のニーズや計量標準供給体制の整備状況等に基づき経済産業大臣が指定している。国家計量標準機関としては、独立行政法人産業技術総合研究所(計量標準総合センター: NMIJ: National Metrology Institute of Japan)が大半の量を担い、情報通信研究機構(NICT: National Institute of Information and Communication Technology)、日本電気計器検定所(JEMIC: Japan Electric Meters Inspection Corporation)、化学物質評価研究機構(CERJ: Chemicals Evaluation Research Institute)、日本品質保証機構(JQA: Japan Quality Assurance Organization)の4機関が経済産業大臣から、指定された特定標準器等又は特定標準物質を用い、登録事業者に対し計量標準の供給(校正等)を行っている。1993年11月計量法の改正が行われ、JCSS認定制度が発足、校正機関の認定が開始され、認定基準として国際規格が導入され、校正事業書認定制度がスタートした。計量法の目的は、第1条にも規定されているように、「計量の基準を定め、適正な計量の実施を確保し、もって経済の発展及び文化の向上に寄与する」ことを目的にしている。国家計量標準にたいしてトレーサビリティが確保されており、ISO/IEC 17025 (General requirements for the competence of testing and calibration laboratories) の要求事項に適合した校正機関を認定(登録)する制度がJCSSである。さらに、認定された校正・試験結果の受入れ促進による貿易の技術的障壁の低減と除去のための協定が世界的に調印され、輸出加盟国における国際試験所認定協力機構(ILAC: International Laboratory

Accreditation Cooperation) と称する会議体が組織され、地域機構として容認できる相互認証(MRA : Mutual Recognition Agreement) と評価手続きを備えているとしてアジア太平洋試験所認定機構 (APLAC : Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation) が認められている (図26参照)。

図26 試験所認定の国際組織と地域

ILAC: 国際試験所認定協力機構
(55経済地域、66機関)
APLAC: アジア太平洋試験所認定協力機構



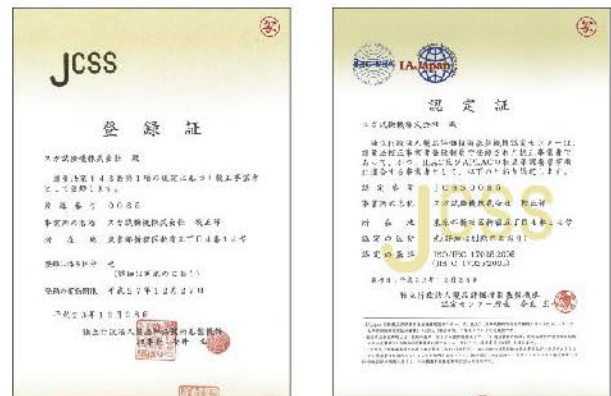
JCSSは、国際標準化機構及び国際電気標準会議が定めた校正機関に関する基準 (ISO/IEC 17025) の要求事項に適合しているかどうか審査を行い、校正事業者を登録する制度で、計量計測のトレーサビリティとは、「個々の校正が測定不確かさに寄与する、文書化された切れ目のない校正の連鎖を通して、測定結果を計量参照に関連付けることができる測定結果の性質」と定義されている。スガ試験機(株)は、分光放射照度標準光源 (タングステンランプ)、分光放射照度標準光源 (300Wショートアークキセノンランプ)、分光放射照度標準光源 (水冷7.5kWキセノンランプ) の3種のランプで、JCSSの校正事業者登録制度に登録されており、計量標準供給制度にのっとり、計量標準の供給(校正証明)が可能な指定登録機関である。分光放射照度については図27に示すように国内の標準と結びつき、又海外校正機関との相互認証に対応している。

JCSS の登録証、ILAC-MRA (国際試験所認定協力機構・相互認証) の認定証を図28に示す。

図27 分光放射照度標準電球のトレーサビリティ体系



図28 JCSS登録証・ILAC-MRA 認定証



【参考文献】

- 1) 成瀬省著昭和33年発行ガラス光学共立出版
- 2) 新訂硝子上田清・宮崎雄一郎共著昭和32年発行 産業図書
- 3) ガラスハンドブック朝倉書店
- 4) JIS B 7113 写真撮影用シャープカットガラスフィルタ
- 5) JIS K 7363 プラスチック—耐候性試験における放射露光量の機器測定—通則及び基本的測定方法
- 6) JIS C 1613 メタルハライドランプ方式試験機用高エネルギー紫外放射照度計
- 7) JIS Z 8724 色の測定方法_光源色
- 8) 独立行政法人製品評価技術基盤機構 (nite) 資料

太陽エネルギーの観測結果

2012年10月～12月の毎日の積算日射量をご報告します。

観測場所：スガ試験機(株)本社(東京・新宿)7階屋上 北緯35°41'、東経139°42'
 測定角度：南面35度
 測定波長域：紫外部(300-400nm)、可視部(400-700nm)、赤外部(700-3000nm)
 単位：MJ/m²(太陽から到達する面積1m²当たりの1日の積算日射量)
 測定器：積算照度記録装置 PH3T型(スガ試験機製)



2012年10月

波長域 (nm)		積算日射量MJ/㎡			平均		波長域 (nm)		積算日射量MJ/㎡			平均	
		紫外部	可視部	赤外部	温度	湿度			紫外部	可視部	赤外部	温度	湿度
測定年月日		300-400	400-700	700-3000	C°	%rh	測定年月日		300-400	400-700	700-3000	C°	%rh
2012年10月	1日	2.2977	12.282	10.511	26.9	60	16日	1.0836	10.379	10.062	17.8	48	
	2日	0.7574	5.993	4.820	23.7	68	17日	0.7028	5.991	4.975	17.7	71	
	3日	0.1480	0.895	0.269	20.7	87	18日	0.1752	1.061	0.441	17.8	89	
	4日	0.8063	6.982	5.964	22.5	62	19日	1.1497	10.479	10.087	17.5	63	
	5日	1.1037	9.867	8.554	23.8	70	20日	0.9155	8.882	8.228	19.6	53	
	6日	0.7759	6.547	5.339	24.0	74	21日	1.1030	10.731	10.451	18.1	50	
	7日	0.4164	3.336	2.303	19.4	81	22日	0.7563	7.078	6.721	19.8	60	
	8日	1.0014	8.368	7.372	19.1	64	23日	0.4163	3.190	2.110	20.4	76	
	9日	0.7479	6.016	4.928	20.1	61	24日	1.1736	10.921	10.470	18.0	41	
	10日	0.9752	7.984	7.021	20.5	61	25日	0.4347	3.296	2.373	17.3	54	
	11日	0.9379	8.216	6.896	20.8	68	26日	1.0277	9.997	9.497	19.8	58	
	12日	2.0560	9.351	8.479	20.9	48	27日	0.5490	4.964	4.180	18.7	59	
	13日	1.1191	10.012	9.184	20.7	37	28日	0.2711	1.833	1.005	15.6	80	
	14日	0.3414	2.364	1.439	18.6	65	29日	1.0985	10.434	9.574	18.5	60	
	15日	1.0864	10.061	9.447	21.0	58	30日	0.4599	3.726	2.943	15.9	53	
							31日	0.5612	5.219	4.837	15.5	64	
							合計	26.4488	216.455	190.480			
							全波長域合計	433.3838					

2012年11月

波長域 (nm)	積算日射量MJ/㎡			平均		波長域 (nm)	積算日射量MJ/㎡			平均		
	紫外部	可視部	赤外部	温度	湿度		紫外部	可視部	赤外部	温度	湿度	
測定年月日	300-400	400-700	700-3000	C°	%rh	測定年月日	300-400	400-700	700-3000	C°	%rh	
2012年11月	1日	0.8619	8.970	8.987	16.5	60	16日	0.9333	9.824	9.582	14.4	48
	2日	1.0582	10.143	9.582	15.9	42	17日	0.1250	0.747	0.341	12.9	78
	3日	0.6442	5.887	5.268	14.7	41	18日	0.9660	9.831	9.455	13.6	48
	4日	1.0491	10.461	10.439	16.4	39	19日	0.2193	1.509	1.015	8.6	61
	5日	0.2698	1.924	1.292	13.7	63	20日	0.8832	9.337	9.377	13.0	51
	6日	0.0808	0.487	0.148	13.8	96	21日	0.9294	9.703	9.903	12.3	39
	7日	0.8951	8.890	8.502	25.8	66	22日	0.4464	3.998	3.668	11.3	58
	8日	0.8827	9.160	9.085	17.4	48	23日	0.1761	1.079	0.582	10.1	79
	9日	0.7127	6.816	5.997	17.3	44	24日	0.4780	4.534	4.336	10.7	65
	10日	1.0349	10.513	9.761	16.9	46	25日	0.8719	9.273	9.428	10.4	54
	11日	0.2810	2.073	1.434	13.4	78	26日	0.1180	0.728	0.356	8.6	74
	12日	0.4787	3.989	3.138	15.4	86	27日	0.9261	9.855	9.731	11.4	42
	13日	0.5312	5.187	4.943	15.8	58	28日	0.2171	1.529	1.077	7.6	57
	14日	0.7988	8.416	8.492	14.7	43	29日	0.6282	6.443	6.327	11.1	62
	15日	0.8406	8.374	8.005	12.6	42	30日	0.2345	1.702	1.232	10.5	77
合計							18.5722	181.382	171.483			
全波長域合計							371.4372					

2012年12月

波長域 (nm)	積算日射量MJ/㎡			平均		波長域 (nm)	積算日射量MJ/㎡			平均		
	紫外部	可視部	赤外部	温度	湿度		紫外部	可視部	赤外部	温度	湿度	
測定年月日	300—400	400—700	700—3000	C°	%rh	測定年月日	300—400	400—700	700—3000	C°	%rh	
2012年12月	1日	0.3710	3.347	2.984	7.5	70	16日	0.7851	8.857	8.924	12.9	50
	2日	0.5481	5.232	5.053	6.4	54	17日	0.1389	0.821	0.471	7.6	72
	3日	0.1759	1.000	0.592	6.4	79	18日	0.5696	5.793	5.720	11.4	61
	4日	0.2890	2.046	1.477	9.7	74	19日	0.6703	6.978	6.866	6.4	34
	5日	0.7478	8.192	8.342	11.1	45	20日	0.7410	8.210	8.569	7.0	35
	6日	0.8148	8.895	8.922	12.1	46	21日	0.4192	3.999	3.808	7.3	46
	7日	0.7527	8.438	8.747	9.5	40	22日	0.1504	1.278	0.947	6.5	72
	8日	0.7523	8.538	8.936	9.8	42	23日	0.2260	1.604	1.233	7.1	50
	9日	0.7793	8.607	8.812	7.1	34	24日	0.8527	8.961	9.100	5.7	40
	10日	0.8042	8.755	9.194	6.5	35	25日	0.7291	8.469	9.112	6.2	46
	11日	0.7812	8.887	9.510	8.1	31	26日	0.8253	9.117	9.328	4.8	38
	12日	0.7861	8.755	9.259	7.7	38	27日	0.7611	8.564	9.160	4.6	40
	13日	0.8044	9.014	9.423	7.5	40	28日	0.2267	1.617	1.129	4.6	60
	14日	0.6157	6.778	7.065	7.6	49	29日	0.7422	7.810	7.537	8.3	73
	15日	0.1404	0.860	0.468	7.5	68	30日	0.0919	0.518	0.211	7.3	91
						31日	0.2879	2.473	2.081	8.8	51	
						合計	17.3803	182.413	182.980			
						全波長域合計	382.7733					

製造本部 品質管理部 次長 喜多 英雄
 製造本部 色彩課 築添 剛

規 格

新規に制定、または改正発行されたISO、JISをご紹介します。

●ISO 16539:2013

Corrosion of metals and alloys-Accelerated cyclic corrosion tests with exposure to synthetic ocean water salt-deposition process- "Dry" and "wet" conditions at constant absolute humidity

本規格はISO/TC156/WG7において日本提案により制定されたISO規格で、普通鋼からステンレス鋼までの幅広い耐食性範囲の材料に対して、大気環境で発生する形態に近い腐食を短時間に発生させる腐食促進試験方法が規定されている。人工海水を定量付着させた試験片を絶対湿度を一定にした状態（実環境を模擬した状態）で、乾・湿の雰囲気さらすことを特長としている。ステンレス鋼用のA法、普通鋼用のB法の2種類の試験法がある。

●ISO 23160:2011

**Watch cases and accessories -- Tests of the resistance to wear, scratching and impacts
(時計のケース及び附属品-摩耗、擦過及び衝撃に対する耐性の試験)**

ISO/TC114/SC6によって改正審議され、時計のケース及び付属品の耐摩耗性試験に、往復平面摩耗試験（当社スガ摩耗試験機NUS-ISO3型（60DS/min）該当）が規定されている。

●JIS A 1415:2013 高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法

本規格は、高分子系建築材料でプラスチック及び/又はエラストマーからなる材料を対象とした実験室光源（キセノンアークランプ、オープンフレームカーボンアークランプ及び紫外線カーボンアークランプ）による暴露試験方法について規定されている。旧規格（1999年版）に規定されていた光源の中、紫外線蛍光ランプが削除された。またメタルハライドランプ光源の規定は見送られた。

●JIS Z 8720:2012 測色用の標準イルミナント（標準の光）及び標準光源

本規格は、2005年に発行されたISO 23603を基にして改正された規格で、物体色の測色に用いる標準イルミナント（基準の光）及び補助標準イルミナント（補助標準の光）並びに標準光源及び常用光源について規定。これによりJIS Z 8720:2000は改正され、この規格に置き換えられた。また付属書には、常用光源の分光分布の評価方法として条件等色指数の求め方が規定されている。

●JIS Z 9096:2012 床面に設置する蓄光式の安全標識及び誘導ライン

本規格は、2012年に新規に制定された規格で、建物からの避難を容易にする為屋内及び建物につながる屋外の床面、階段、壁面に設置する蓄光式の安全標識及び誘導ラインについて規定されている。性能についてりん光材料の昼間の色、耐候性、耐衝撃性、耐水性、耐燃性、耐湿性、耐拭取り性、表面印刷の付着性、りん光材料の最低りん光輝度、粘着力、耐摩耗性、耐薬品性、曲げ強度、すべり抵抗、凍結融解性、対汚染性について試験方法が規定された。耐候性では、サンシャインカーボン試験、デューサイクルサンシャインカーボン試験に加え、キセノン試験（60W/m²）と高照度キセノン試験（180W/m²）が規定された。

■トピックス

ヤマハ発動機(株)様 スガ試験機技術セミナー

日時：2012年12月6日(木)

場所：コミュニケーションプラザ3F

当社技術開発部菊川信治が「腐食促進試験の必要性、腐食速度に関する要因、最新の腐食試験方法」について、齋藤公平が「促進耐候性試験の必要性及び促進耐候性試験と屋外暴露試験の紹介」について、色彩課吉本貴子が「なぜ色を測る?～色と質感の評価方法～」について講演しました。



マテリアルライフ学会様主催 第1回耐久性セミナー「太陽電池の耐久性について」

日時：2012年12月18日(火)

場所：キャンパスイノベーションセンター東京 山形大学東京サテライト

当社品質管理部加藤英嗣が「太陽電池の耐久性評価方法・装置-耐腐食試験」について講演しました。



岩手県工業技術センター様主催 いわて塗装技術研究会 第5回 講演会

日時：2013年1月25日(金)

場所：ホテルルイズ盛岡

当社技術開発部長谷川和哉が「塗装製品の暴露試験、腐食試験等評価装置の現状」について講演しました。



日本塗り替え研究会様 当社見学会

日時：2013年2月1日(金)

場所：スガ試験機 本社

日本塗り替え研究会の皆様が当社社内を見学されました。
見学の後、質疑応答が行われました。



浜松工業技術支援センター様主催 耐候性評価技術セミナー

日時：2013年2月14日(木)

場所：浜松工業技術支援センター 大研修室

当社製造技術部松居準が「屋外暴露試験と促進耐候性試験との相関性」について講演しました。



早坂理工(株)主催

早坂理工ビジネスパートナーシップ2013

日時：2013年2月14日(木)

場所：ラフレさいたま

当社技術開発部片野邦夫が「耐候試験機の特徴と高照度試験方法」について、技術開発部長谷川和哉が「防食塗装システムと最新の国際規格の動向」について講演しました。



NACE EAP Conference & Expo 2013(京都) 開催のお知らせ

アメリカに本部を置くNACE (National Association Corrosion Engineers) Internationalは、腐食防食技術者の組織として、近年NACE規格のISO化をはじめヨーロッパのEFC (European Federation of Corrosion) との連携など、活発に活動している団体です。現在、世界を4つの地域に分け、東アジア太平洋地域ではEAP (East Asia & Pacific rim) を中心としたネットワーク構築を目指しています。EAP本部はクアラルンプールにあり、東アジア太平洋地域の各国に21の支部を設置し、日本の支部はNACEインターナショナル東京セクションが担当しています。

今年は下記のとおり、京都にてEAP国際会議が開催されます。この会議は、腐食防食技術に関する最新情報の収集のみならず、研究発表、多岐角度からみた意見交換の場として幅広い分野の方々に新たな展開と活性化を目的としています。

参加登録および各カテゴリーの発表募集等詳細は、下記URLよりご確認ください。

<http://www.nace-tokyosection.org/confer2013/index.html>

NACE International 東アジア太平洋地域国際会議/エキスポ 2013 開催！

会 期： 2013年11月19日(火)～21日(木)
会 場： 国立京都国際会館
主 催： NACE International Tokyo Japan Section
NACE International East Asia & Pacific Rim Area



募集論文のカテゴリー

- Marine Coating and Corrosion
- Marine Coating and Corrosion
- Coating Materials such as Heat Resistant, Fire Retardant etc.
- Corrosion and Protection of Steel Structures/Concrete Structures
- Cathodic Protection
- Oil & Gas
- Energy (e.g. windmills, nuclear)
- Corrosion Cost
- Electrochemical Measurements
- ISO Related Activities
- Atmospheric Corrosion
- Miscellaneous
(e.g. inhibitor, non-ferrous metal, metal spray, microbial corrosion)



<http://www.nace-tokyosection.org/confer2013/index.html>



NACE インターナショナル東京セクション
神奈川県横須賀市佐原 4-402-3
TEL: 046-803-3222 FAX: 046-803-3220
E-mail: nace@nace-tokyosection.org

「工場見学会・技術セミナー」開催のお知らせ

場所：スガ試験機（株）日高・川越工場

埼玉県日高市高萩1973-1

日程：2013年10月17日(木)・18日(金)

最新の新製品展示も予定しております。

詳細は追って、当社ホームページ（www.sugatest.co.jp）などでご案内させていただきます。

当社日高・川越工場はお客様をはじめ各方面の皆様のご支援を賜り、おかげ様で堅調に生産を伸ばしております。品質管理体制を益々充実させ、より精度の高い試験機作りを目標に日々取り組んでおります。

編集部

本社・研究所 〒160-0022 東京都新宿区新宿5-4-14 ☎03-3354-5241 Fax 03-3354-5275
 日高・川越工場 〒350-1213 埼玉県日高市高萩1973-1 ☎042-985-1661 Fax 042-989-6626
 名古屋支店 〒465-0051 名古屋市名東区社が丘1-605 ☎052-701-8375 Fax 052-701-8513
 大阪支店 〒564-0053 大阪府吹田市江の木町3-23 ☎06-6386-2691 Fax 06-6386-5156
 広島支店 〒733-0033 広島市西区観音本町2-12-11 ☎082-296-1501 Fax 082-296-1503
 スガヨーロッパ支店 11 Lovelace Road, North Oxford, Oxfordshire, OX2 8LP, UK E-mail: i_sales@sugatest.co.jp

スガ試験機株式会社
 Suga Test Instruments Co., Ltd.
www.sugatest.co.jp