

耐候性試験の要説

the Essentials of Laboratory Weathering.

Q-Lab Corporation

三洋貿易株式会社

ライフサイエンス事業部 科学機器部

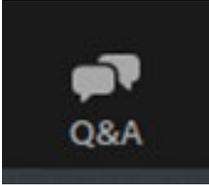
森田 博大

[ウェビナー動画\(録画\)を見る](#)

ご質問事項について



ご質問についてはウェビナー中に
ZoomのQ&Aからご質問下さい。

画面下部にある  から、ご投稿ください。

三洋貿易株式会社



設立

1947年5月27日

資本金

10億658万円

証券取引所

東京証券取引所 市場第一部(3176)

従業員数

442名

連結売上高

897億円(2021年9月期)

事業内容

ゴム事業部、化学品事業部、機械・環境事業部

産業資材第一・第二事業部、ライフサイエンス事業部

国内拠点

東京(本社)大阪、名古屋、広島

海外拠点

USA, China, Germany, India, Thailand etc.

ライフサイエンス事業部について

理化学機器の輸入販売から据え付けまで

- 海外の先端技術を持ったメーカーから各種分析器・試験機を輸入し、官公庁をはじめとした化学工業、石油化学、製薬、自動車産業様などの研究所や品質管理部門様への販売

アプリケーションサポート・修理サポート

- 装置の基本的な操作トレーニングに加え、お客様に最適な測定・試験方法の技術コンサルティング。アフターサービスにはエンジニア集団の子会社 三洋テクノス(株)の万全なサポート体制

業界の海外動向を含めた最新情報のご提供

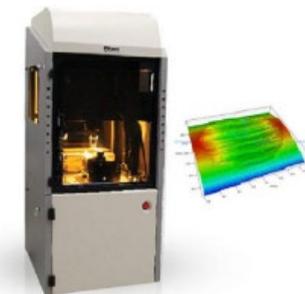
- 業界の第一線で世界中で活躍している海外サプライヤーの技術者・研究者を国内に招いた定期的なセミナー活動・展示会出展



複合サイクル試験機



バイオリアクター



トライボメーター

Q-Lab Corporation



設立
本社
事業内容

1956年

オハイオ州クリーブランド

QUV ……紫外線蛍光ランプ式促進耐候性試験機

Q-SUN ……キセノンランプ式促進耐候性試験機

Q-FOG ……複合サイクル腐食試験機

Q-PANEL ……標準試験片

受託試験サービス ……屋外暴露試験、各試験機の受託試験

etc.



アジェンダ

- 耐候性の基礎
 - なぜ耐候性試験を行うのか?
 - 促進耐候性試験
 - キセノンランプ式
 - 紫外線蛍光ランプ式
 - 効果的な試験プログラムの構築方法

アジェンダ

- **耐候性の基礎**

- なぜ耐候性試験を行うのか?
- 促進耐候性試験
 - キセノンランプ式
 - 紫外線蛍光ランプ式
- 効果的な試験プログラム

耐候性に関する劣化要因

太陽光 (Sunlight) : 紫外線が主な劣化要因

熱 (Heat) : 温度サイクルや熱衝撃

水 (Water) : 主に雨・湿気・露

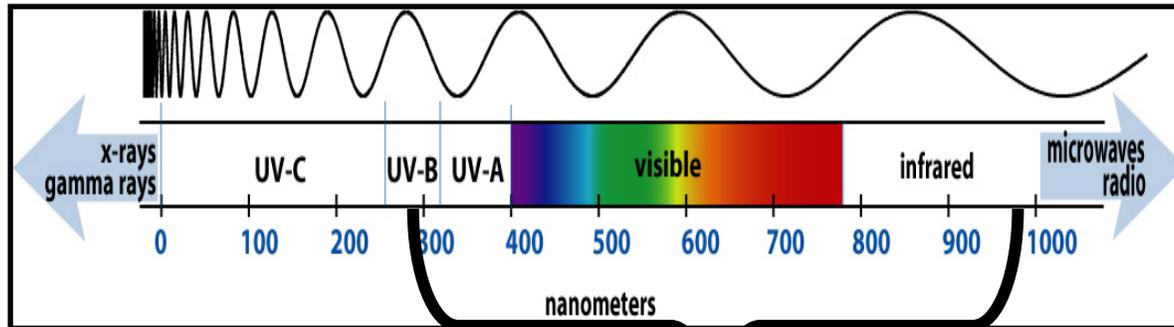


太陽光

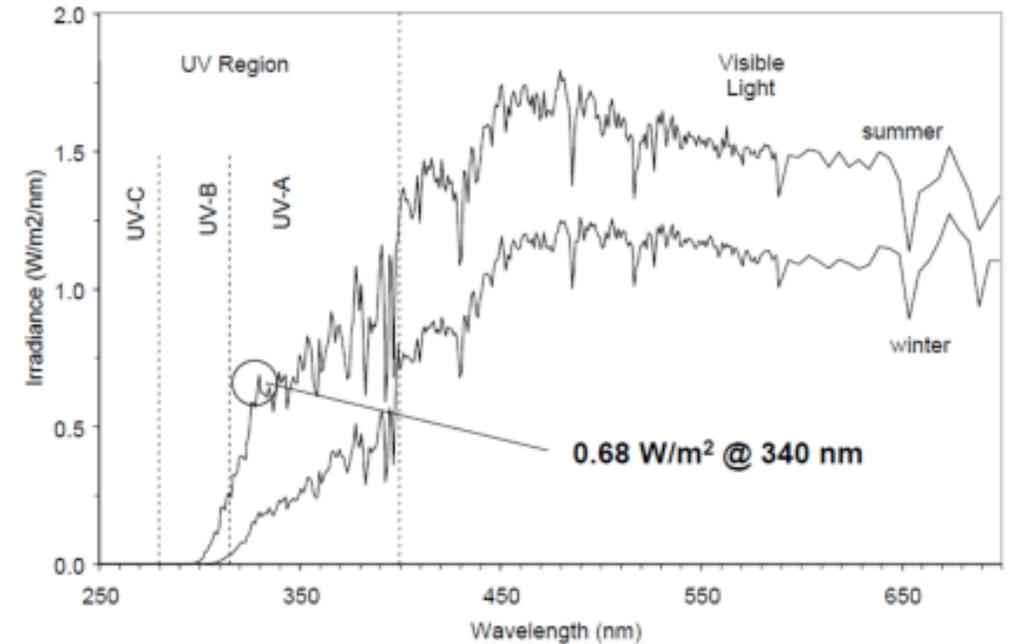
- エネルギーの供給源
- 一般的に放射照度と波長で記述される。
- 劣化の主要因



太陽光



照射範囲

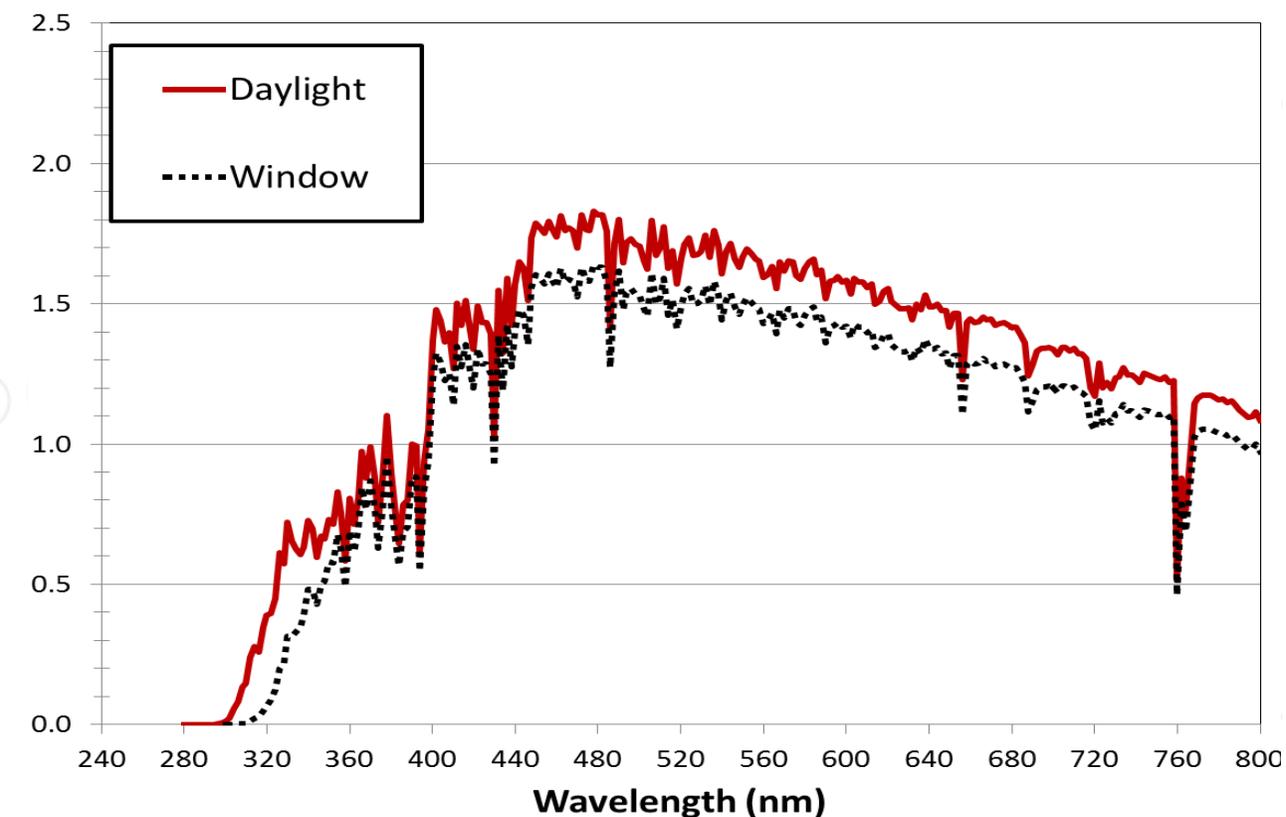


- ・紫外線が大半の劣化要因
- ・可視光は退色作用に影響を与える
- ・赤外線は温度変化に強く影響

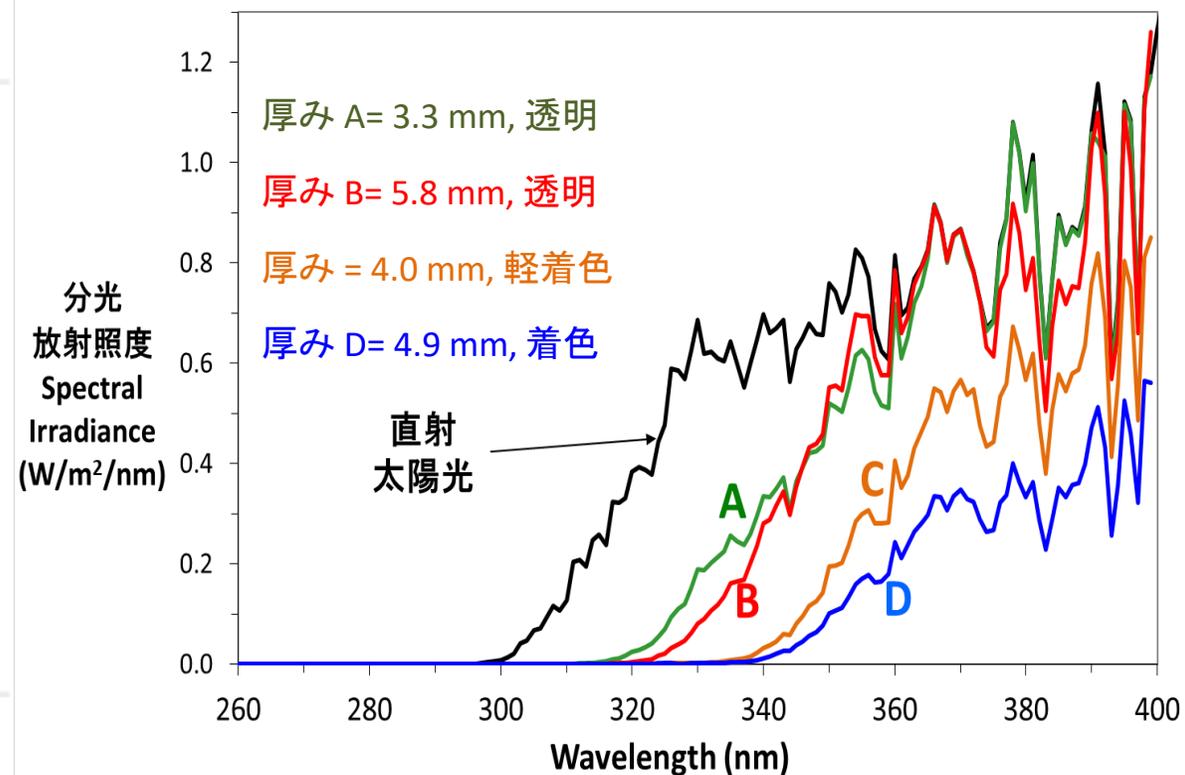
- ・ 標準の太陽光分布指標

CIE Publication #85 Table 4

窓ガラス越しの太陽光 SPD



車窓越しの太陽光 SPD



スペクトルの変更要因

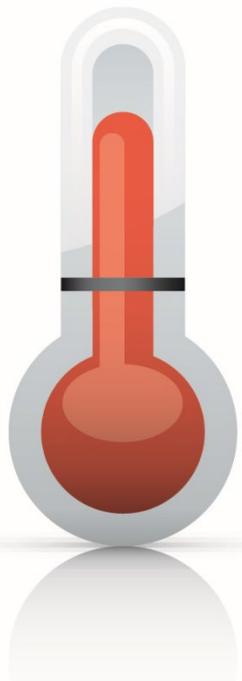


太陽光の角度

- 1年のどの時期 (夏、冬など)
- 1日のどの時間 (正午、深夜)
- 緯度 (地球のどの位置)

標高

熱



- 試験体の温度上昇
- 寸法変化
- 蒸発
- 熱劣化
- 熱サイクル

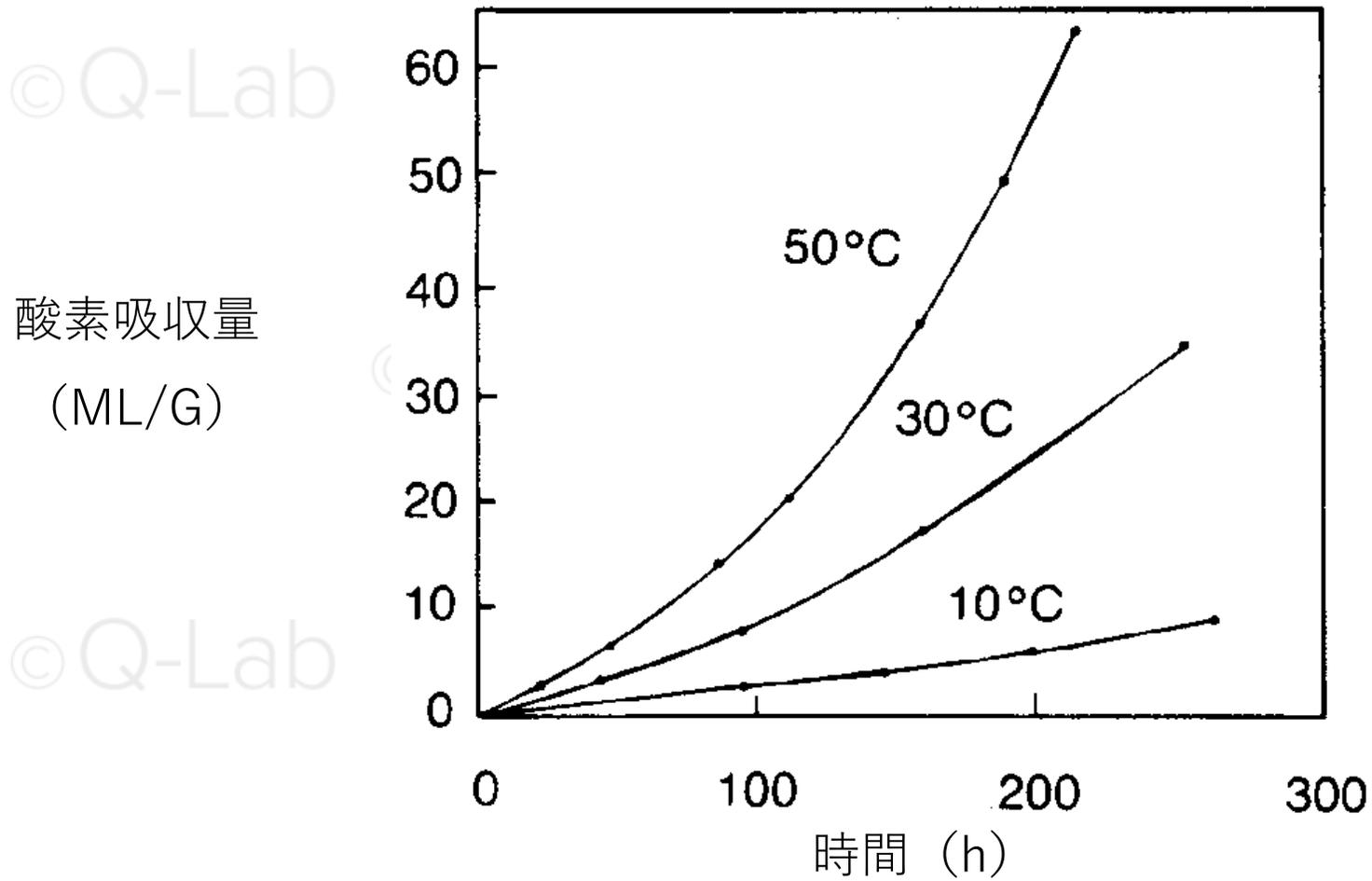
熱

真夏日に突然の雨にあったときの車や屋根

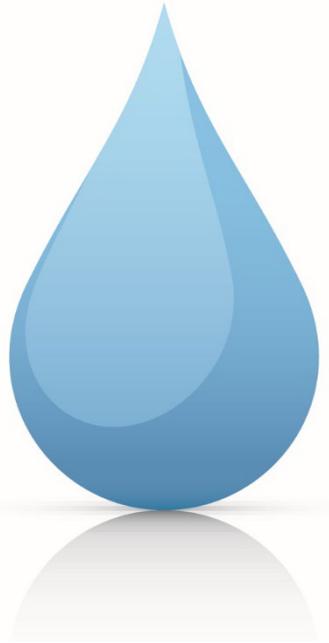
- 2分間で75°C → 25°C
- 物理的衝撃(熱衝撃)
- プラスチックと組立品のコーティングに影響がでる。



熱影響：ポリエチレンの酸化率



水



- 湿度
- 雨
- 露

○ 化学反応

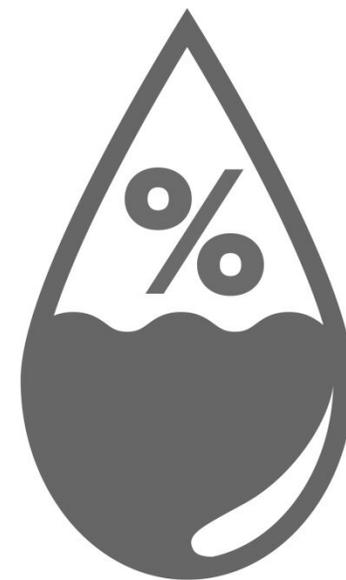
- 溶液反応
- 酸化反応の促進

○ 物理影響

- 浸食
- 吸収/凍結融解
- 熱衝撃
- 衝撃(物損)

水① 湿度

- 再現性をとるために重要な要素
- 外装では水ぶくれなどの原因にも
- 腐食などの原因にも



水② 雨

- 表面の影響
 - 表面層を洗い流す
 - チョーキング（塗膜の消耗）
- 熱衝撃
 - 急激に冷化によって素材の伸縮・亀裂形成などの要因に



水③ 露

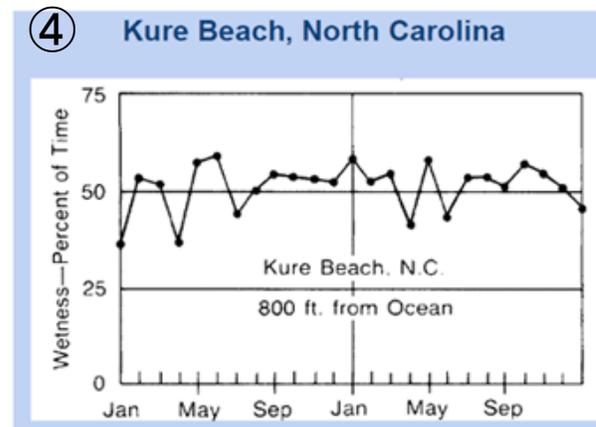
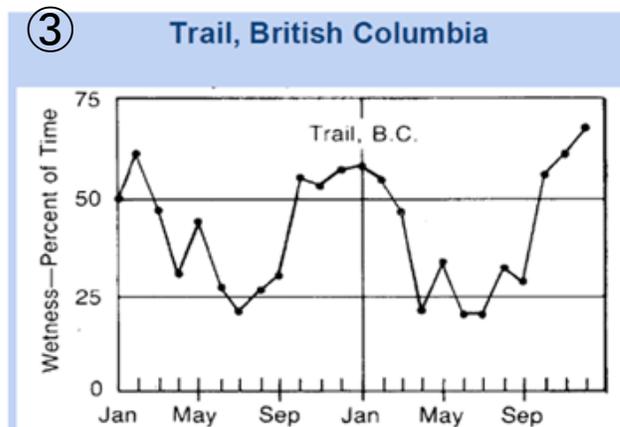
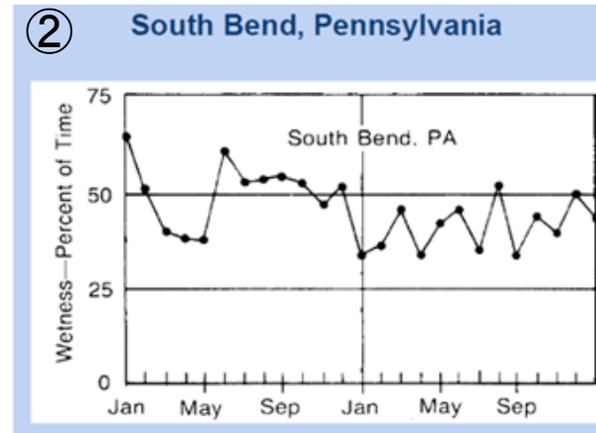
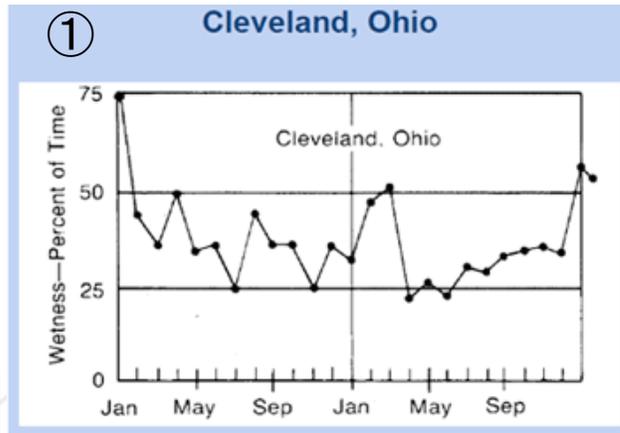
- 長い滞留時間
 - 雨などに比べて継続的に水分負荷を引き起こす
 - 加水分解による劣化
- 高酸素含有
 - 酸化反応の主な原因



雨ではなく「露」が湿気、濡れの主要因



水分滞留時間



時期・場所によって
水分滞留時間は勿論変化

北アメリカの①、②北部工業地帯 ③北部農村地帯、④沿岸地帯における水分滞留時間

耐候劣化の要因(まとめ)

太陽光

- 紫外線UV は実質的に全てのポリマー分解を引き起こす。
- 素材・材料構成、短波長スペクトルにより、変化の大きな劣化を引き起こす。

熱 (温度)

- 太陽光 + 熱 = 劣化を促進
- 素材・材料の色は熱に強く影響される

水 (湿気)

- 太陽光 + 熱 + 水 = 耐候性
- 雨ではなく、「露」が最も屋外の濡れの要因
- 屋外で使用する製品は想像以上に長い時間濡れている。

Weathering includes synergistic effects between these factors!

アジェンダ

● 耐候性の基礎

- **なぜ耐候性試験を行うのか?**
- 促進耐候性試験
 - キセノンランプ式
 - 紫外線蛍光ランプ式
- 効果的な試験プログラム

なぜ試験を行うか？

- 規格への適合
- 大失敗を避ける
- 評価/評判を高める
- 市場の声を確認する
- 製品の耐久性の向上
- 材質、原料コストの低減
- 既設製造ラインの拡大
- 新規市場への参入
- 競合製品を超える
- 規格を先取りする

促進試験は意思決定のツール

促進試験では下記効果を期待できます。

- より早く、より良い意思決定が可能
- 誤った決断をするリスクを減らすことが可能
- 遅すぎる意思決定のリスクを減らすことが可能

どのような試験を実施すべきか？

促進試験のタイプ	結果	試験時間	比較対象
品質管理	合格 / 不合格	<ul style="list-style-type: none">• 決められている• 短時間	材料スペックシート
品質検証/確認	合格 / 不合格	<ul style="list-style-type: none">• 決められている• 中~長時間	リファレンス材料または 材料スペックシート
相関性評価	ランクオーダー データ	<ul style="list-style-type: none">• 制約なし• 中時間	自然曝露 (ベンチマーク試験場)
将来予測	製品寿命 促進係数	<ul style="list-style-type: none">• 制約なし• 長時間	自然曝露 (実際に使用される現場)

アジェンダ

● 耐候性の基礎

- なぜ耐候性試験を行うのか？

● 促進耐候性試験

–キセノンランプ式

–紫外線蛍光ランプ式

- 効果的な試験プログラム

キセノンアーケランプ式 促進耐候性試験

キセノンアークランプ式促進耐候性試験機 Q-SUN

Xe-1



卓上フラットトレイ式

Xe-2



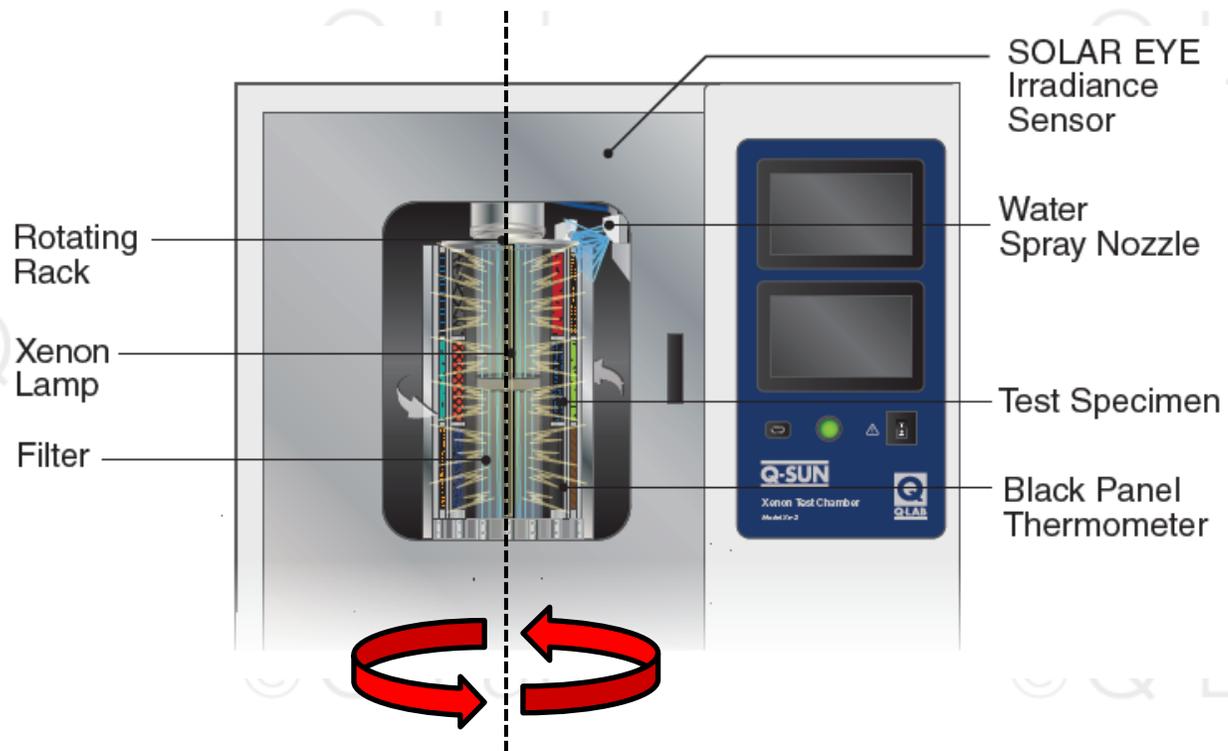
回転ドラム式

Xe-3

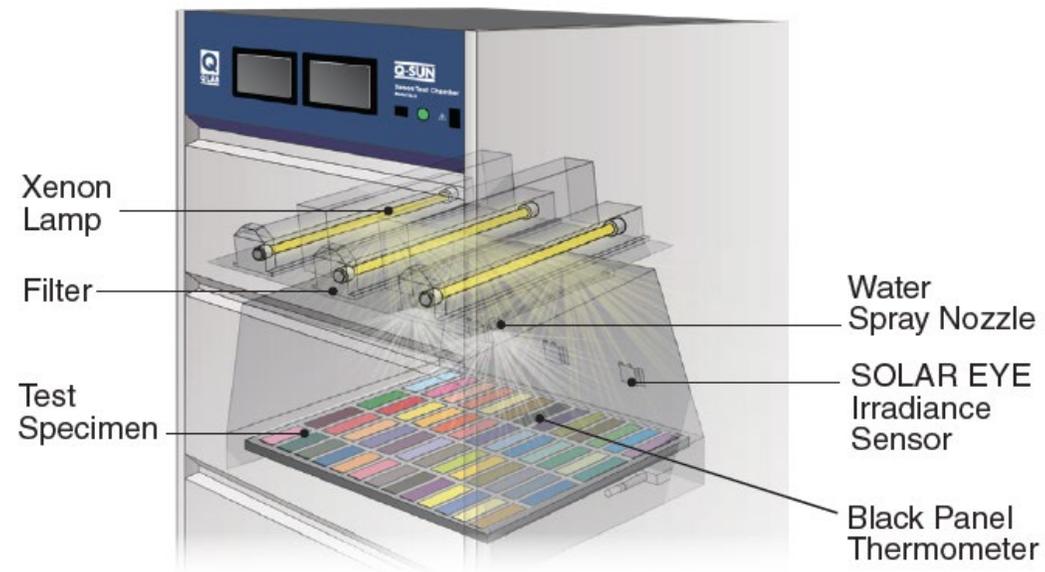


大容量フラットトレイ式

キセノンアーク式チャンバー



回転ドラム式



フラットトレイ式

キセノンランプの種類

空冷式



水冷式



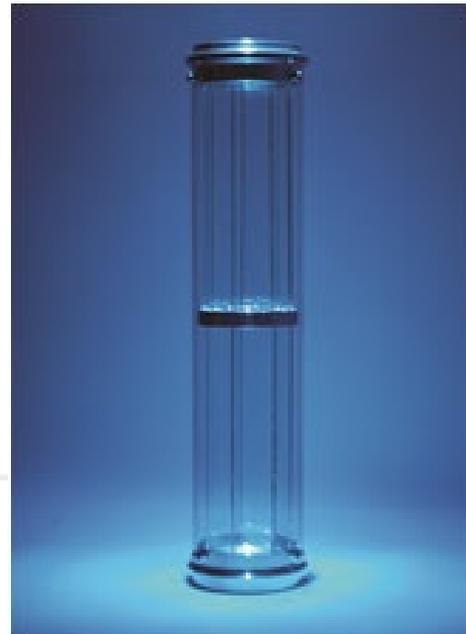
水冷式
(組み立て時)



光学フィルター

- デイライト Daylight
- ウィンドウ Window
- 短波長 Extended UV

回転ドラム

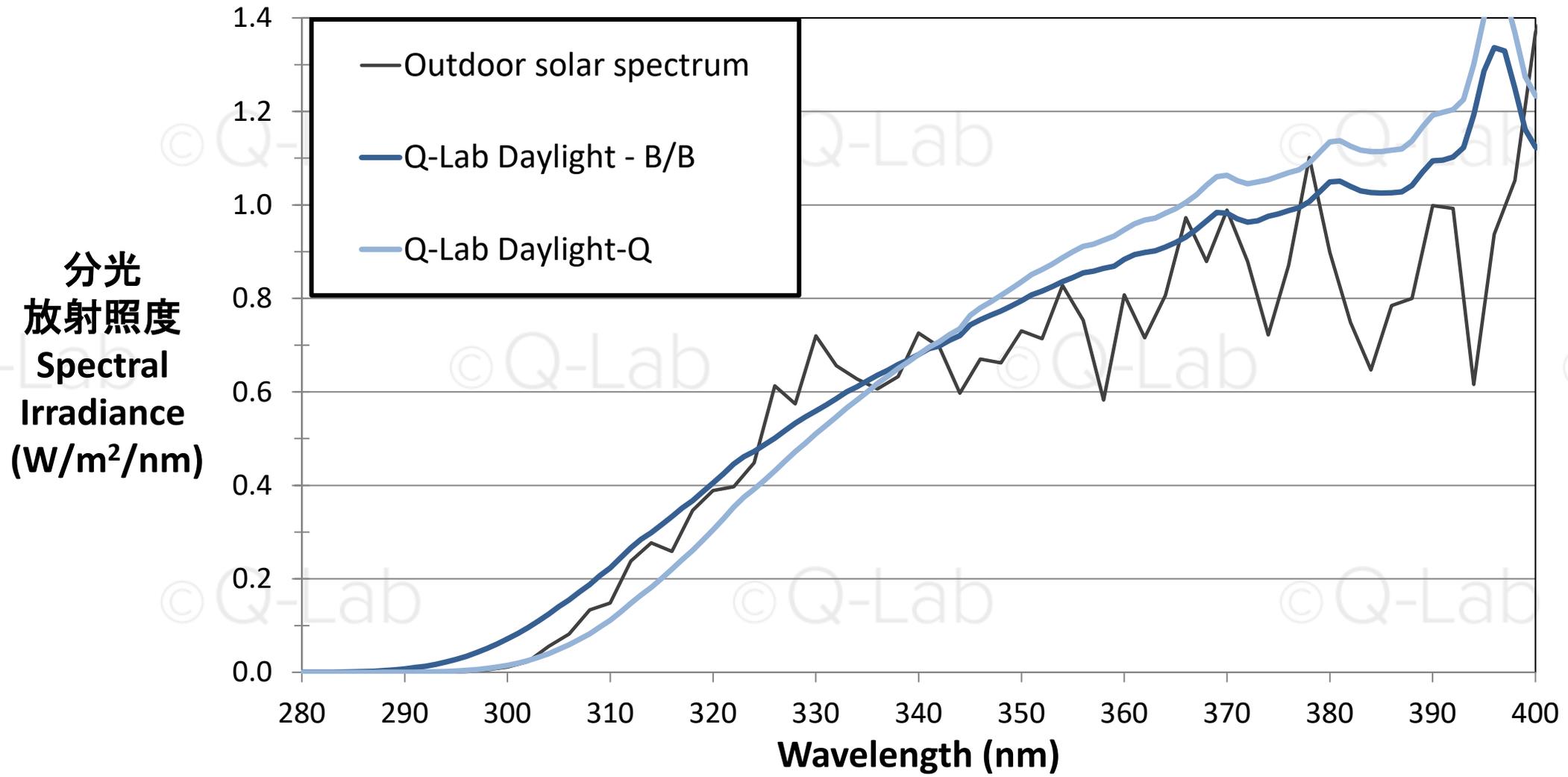


フラットトレイ式

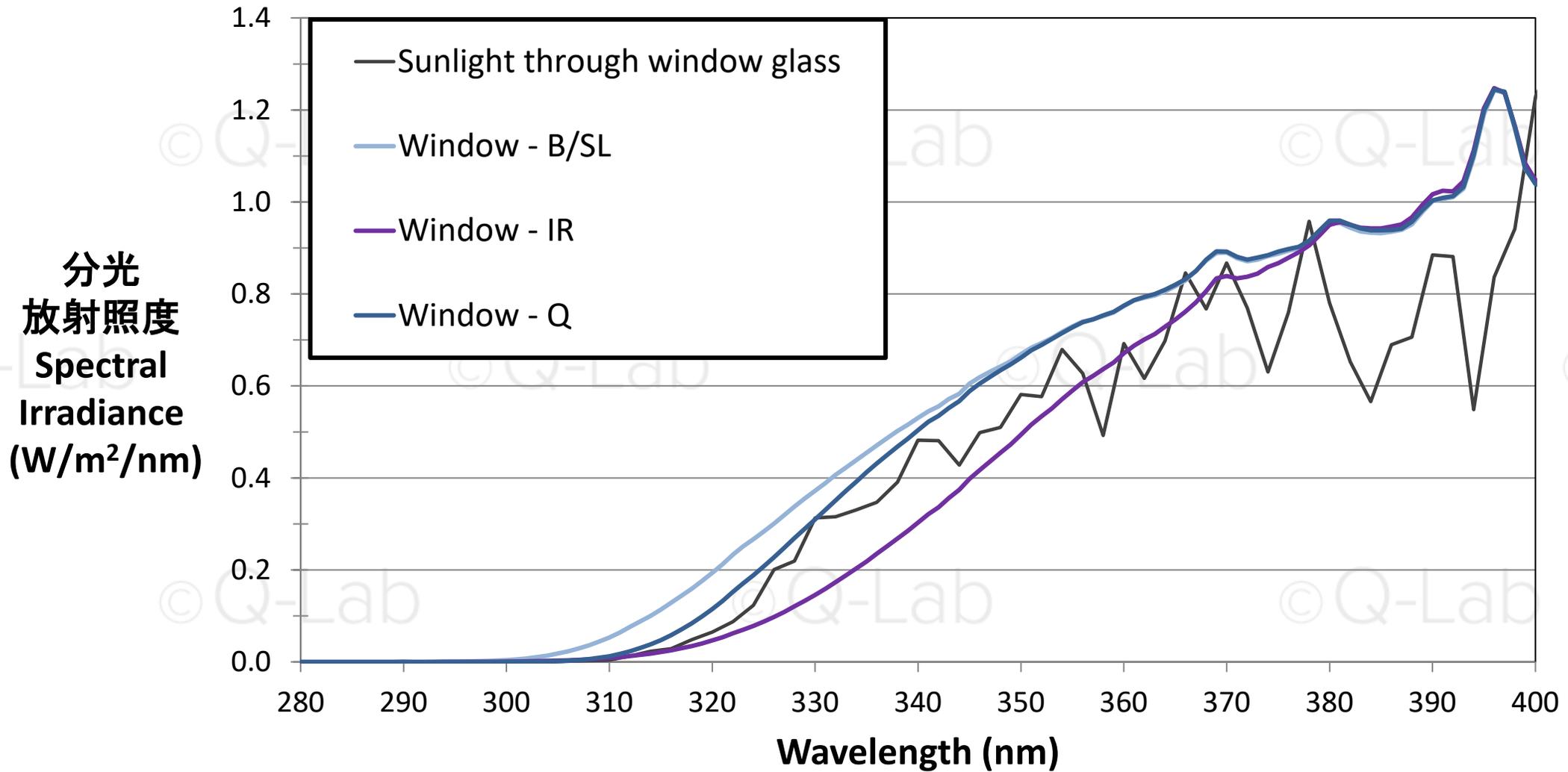


**Other specialized filters used occasionally*

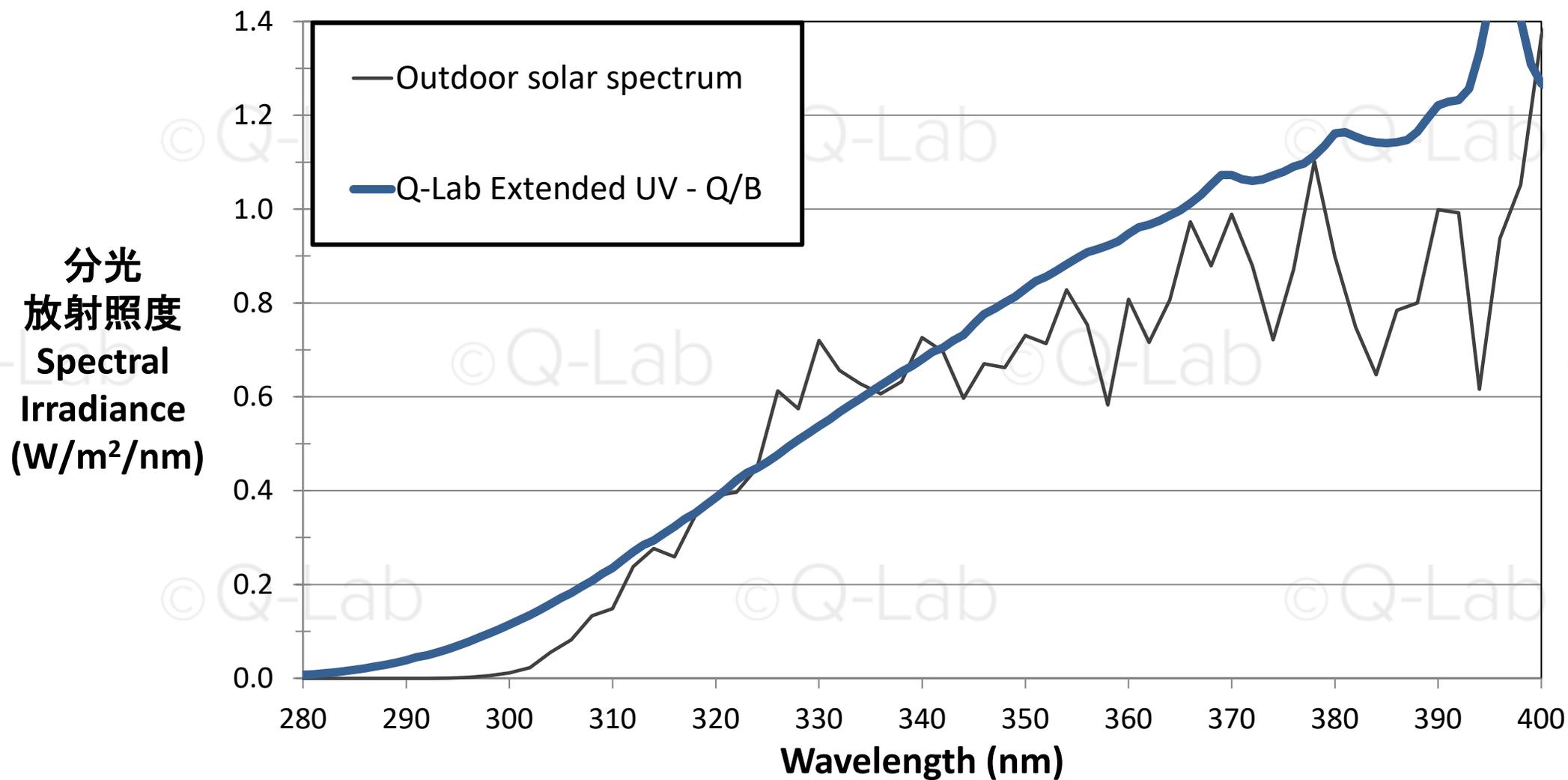
Daylight Filter 比較



ウィンドウフィルター Window Filter 比較



短波長フィルターExtended UV Filter比較



光学フィルタの経年劣化

空冷式 vs 水冷式

○空冷式

- ほとんどのフィルターは経年劣化はせず、交換不要

○水冷式

- 400～2000時間毎に交換が必要
 - 超純水(脱イオン水)使用しても時間が経過するとフィルターの透過率を下げる

放射照度制御・コントロールポイント

狭帯域

- 340 nm
- 420 nm

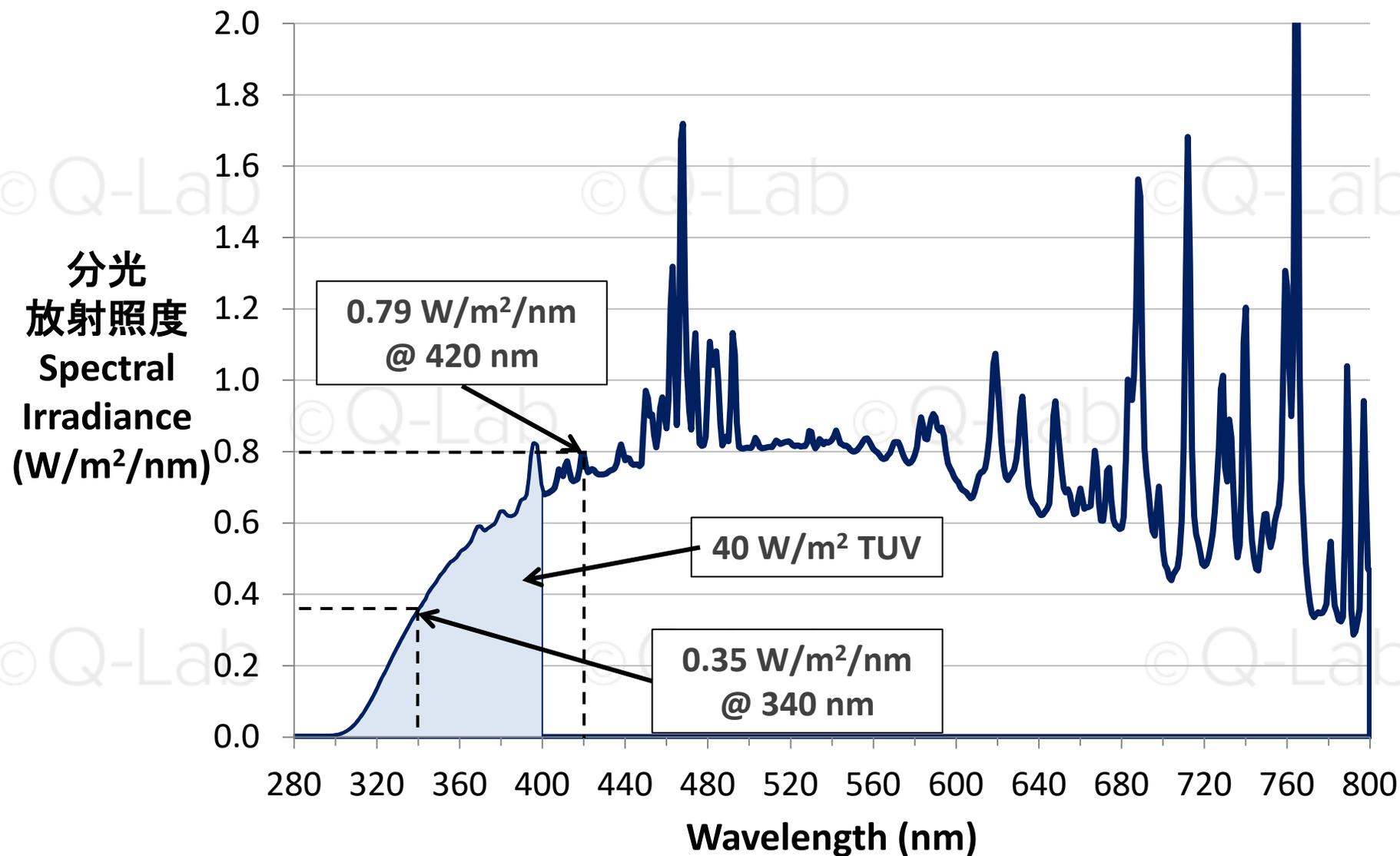
広帯域

- Total UV TUV (300-400 nm)
- Global (300-800 nm) – 非推奨

短波長域では光劣化が発生する。
キセノンランプの劣化による失敗。

- キセノンランプは使用とともに劣化します。
- スペクトルシフトは有効ランプ寿命を減らしてしまう。
- 対象の波長域において、照度制御は再現性を最大にします。

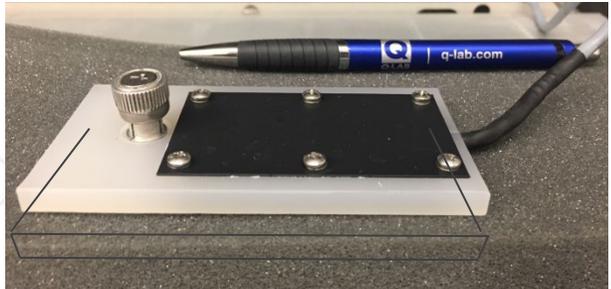
放射照度制御・コントロールポイント



ブラックパネル 温度制御

- 試験規格として最も一般的です。
- 概ね試験体の最大表面温度
- 槽内の雰囲気気温度センサーと制御と共に使用される。

ブラックパネル温度センサー

パネル	構造	ASTM 指定	ISO 指定
 A photograph of an uninsulated black panel temperature sensor. It consists of a small black rectangular panel with a silver-colored metal mounting bracket and a black cable. A blue pen with the Q-Lab logo is placed next to it for scale.	黒色塗装 ステンレススチール	Uninsulated Black Panel	Black Panel
 A photograph of an insulated black panel temperature sensor. It features a black panel mounted on a white PVDF base. A silver-colored metal mounting bracket and a black cable are attached. A blue pen with the Q-Lab logo is placed next to it for scale.	0.6cm厚白色PVDF 黒色塗装 ステンレススチール	Insulated Black Panel	Black Standard

** White Panel versions of the above are available but far less commonly used*

槽内空気温度制御

- 特定の試験方法で要求される。
- 相対湿度制御が必要。
- 温度センサーは光の熱影響が及んではならない。
- 輻射熱を吸収する為、ブラックパネル温度は常に槽内空気温度より高くなる。

相対湿度 (RH) 制御

- 多くの試験方法で要求されている。
 - 繊維業界
 - 自動車 (SAE)
- キセノン式試験機は相対湿度の生成と制御が可能。
 - ボイラー式
 - ネビュライザー式 (噴霧式)
- 耐久材向けでは、相対湿度が与える劣化はごく僅かな変化しかありません。(スプレーや結露と比較した場合)

キセノンアーク / 水スプレー

フロントスプレー

- 水スプレーとしての主な方法
- 校正技術(噴射量)は近年、定められた。(ASTM D7869)

バックスプレー

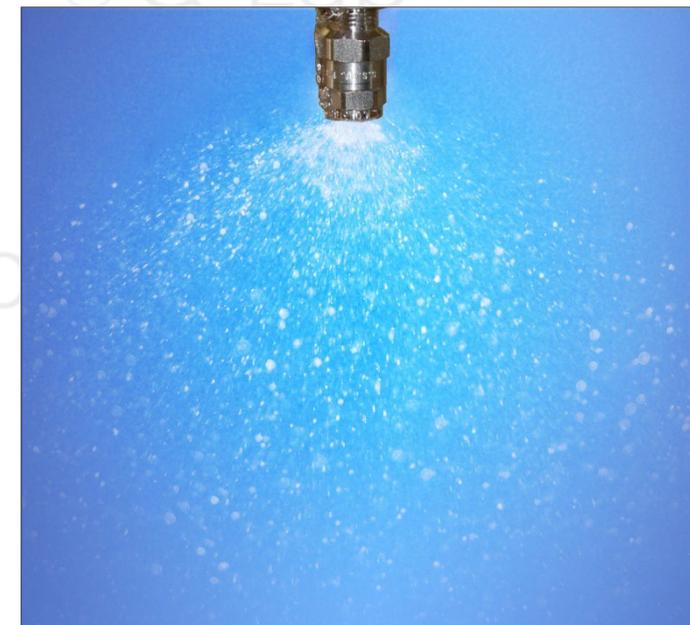
- 結露を発生させる為の過去の失敗した実験の結果が現在も規格として残っている。

デュアルスプレー

- 2種類の溶液をスプレーする。(例:酸性雨など)

浸漬、浸水

- フロントスプレーの代わりにいくつかの規格で求められる。



キセノンアーク試験の要約

- フルスペクトルの太陽光のシミュレーションに最適
- キセノンランプは経年劣化する。(てこの原理)
- 温度影響
- 水スプレーと相対湿度制御
- 追加コスト、メンテナンス、複雑さがある。
(紫外線蛍光ランプ試験機と比較した場合)



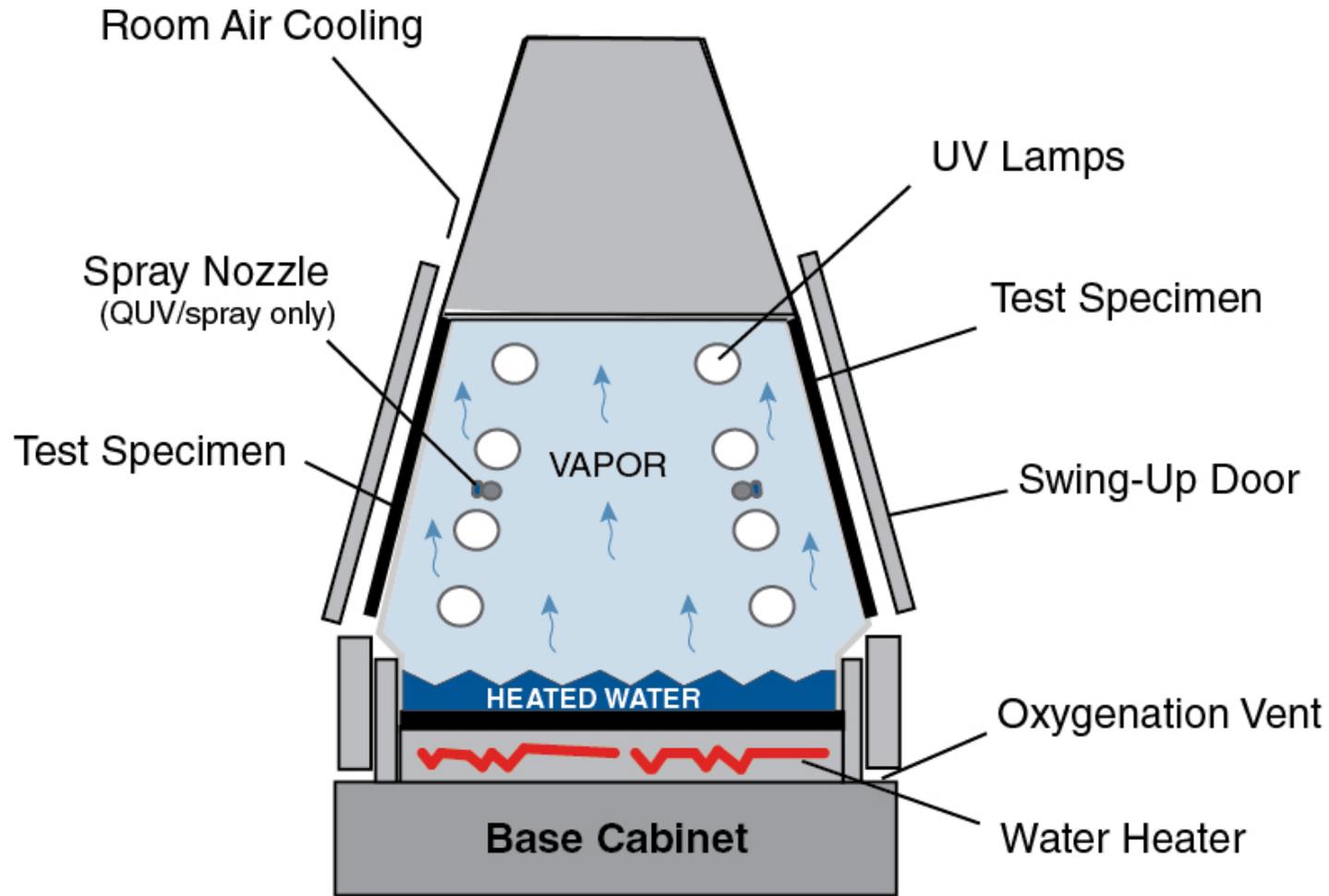
紫外線蛍光ランプ式 促進耐候性試験

紫外線蛍光ランプ式促進耐候性試験機

Model: QUV/se



QUV促進耐候性試驗機 断面図

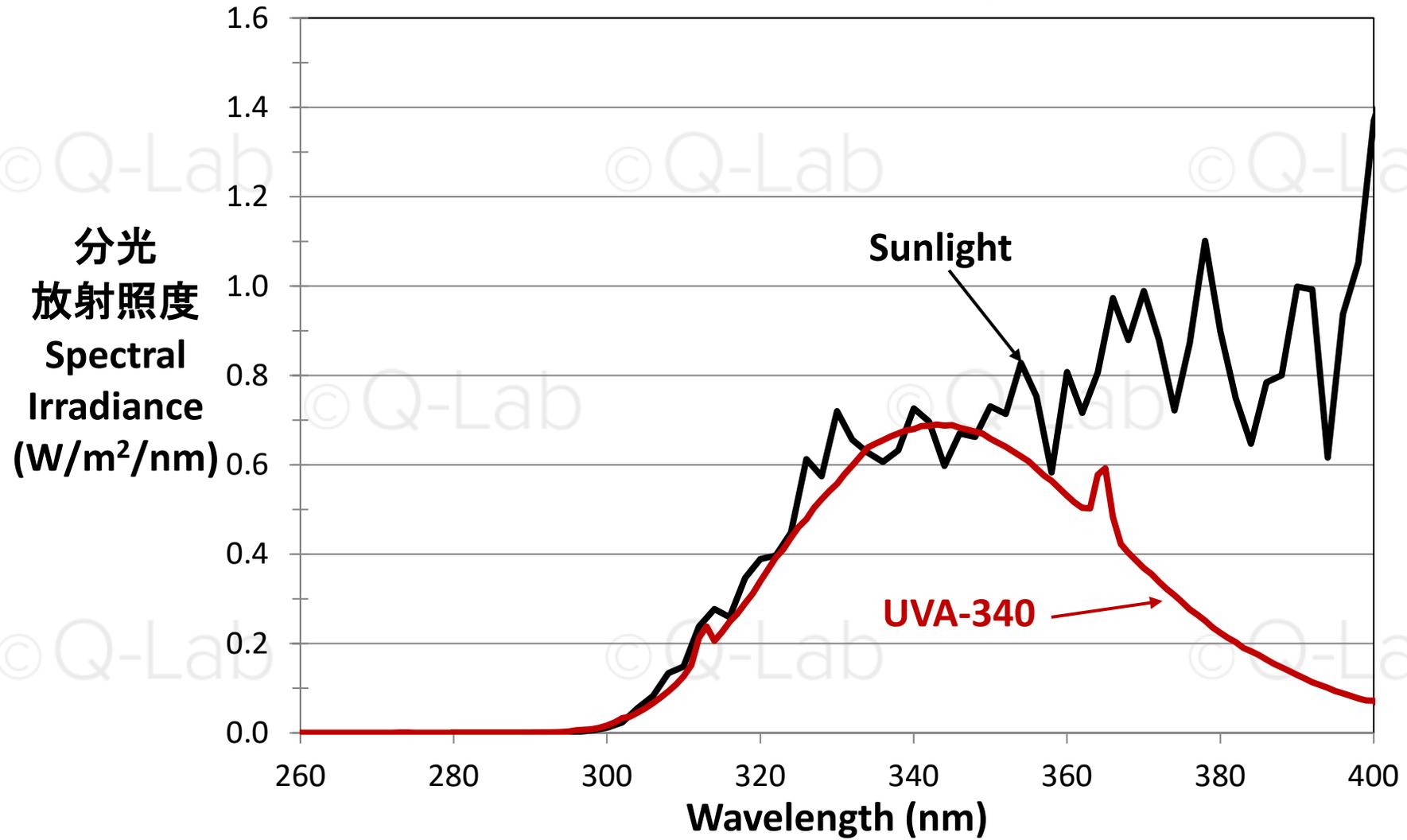


QUV 紫外線蛍光ランプの種類

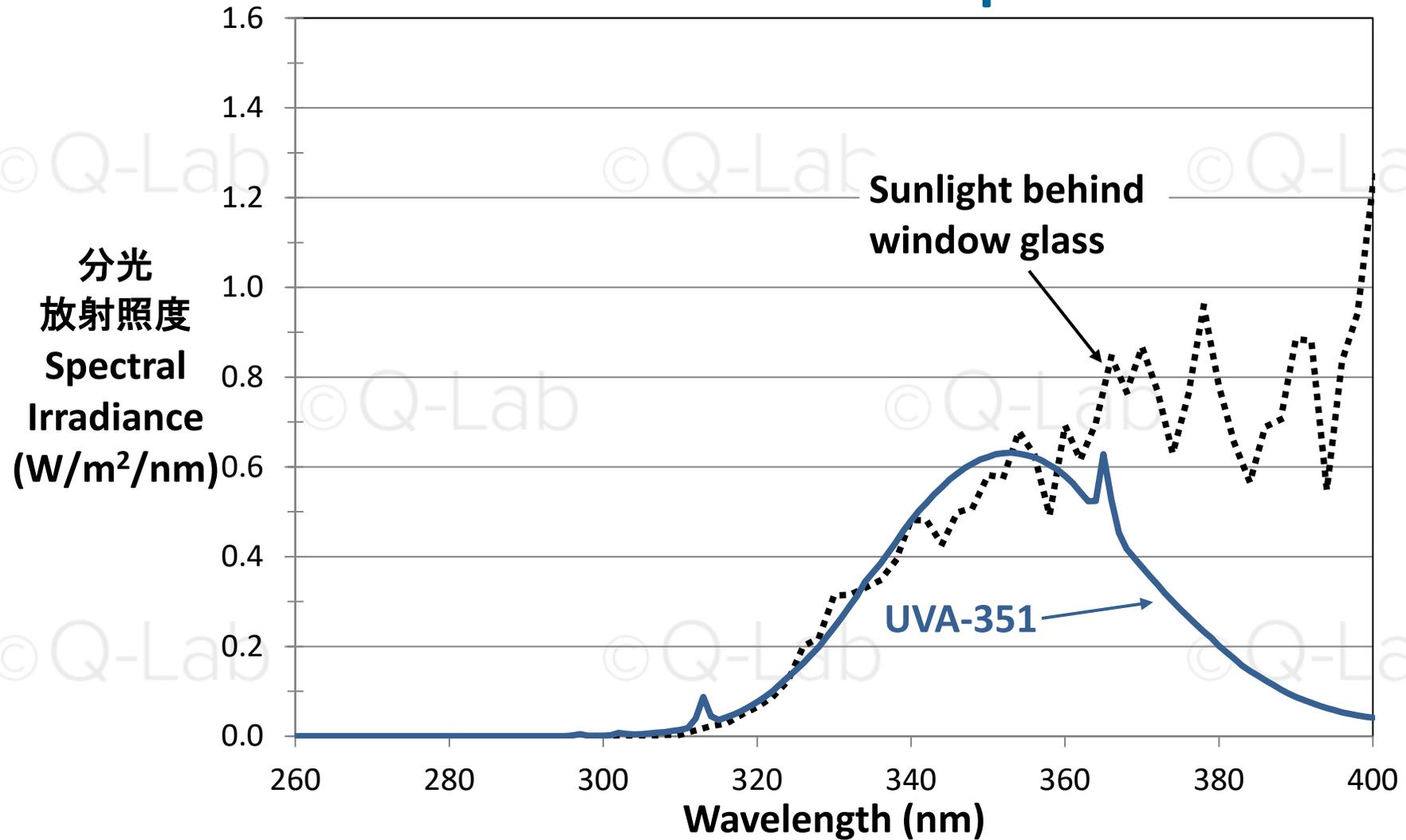
- UVA-340 (Daylight UV)
- UVA-351 (Window UV)
- UVB-313EL/FS-40 (Extended UV)
- Cool White (Indoor)



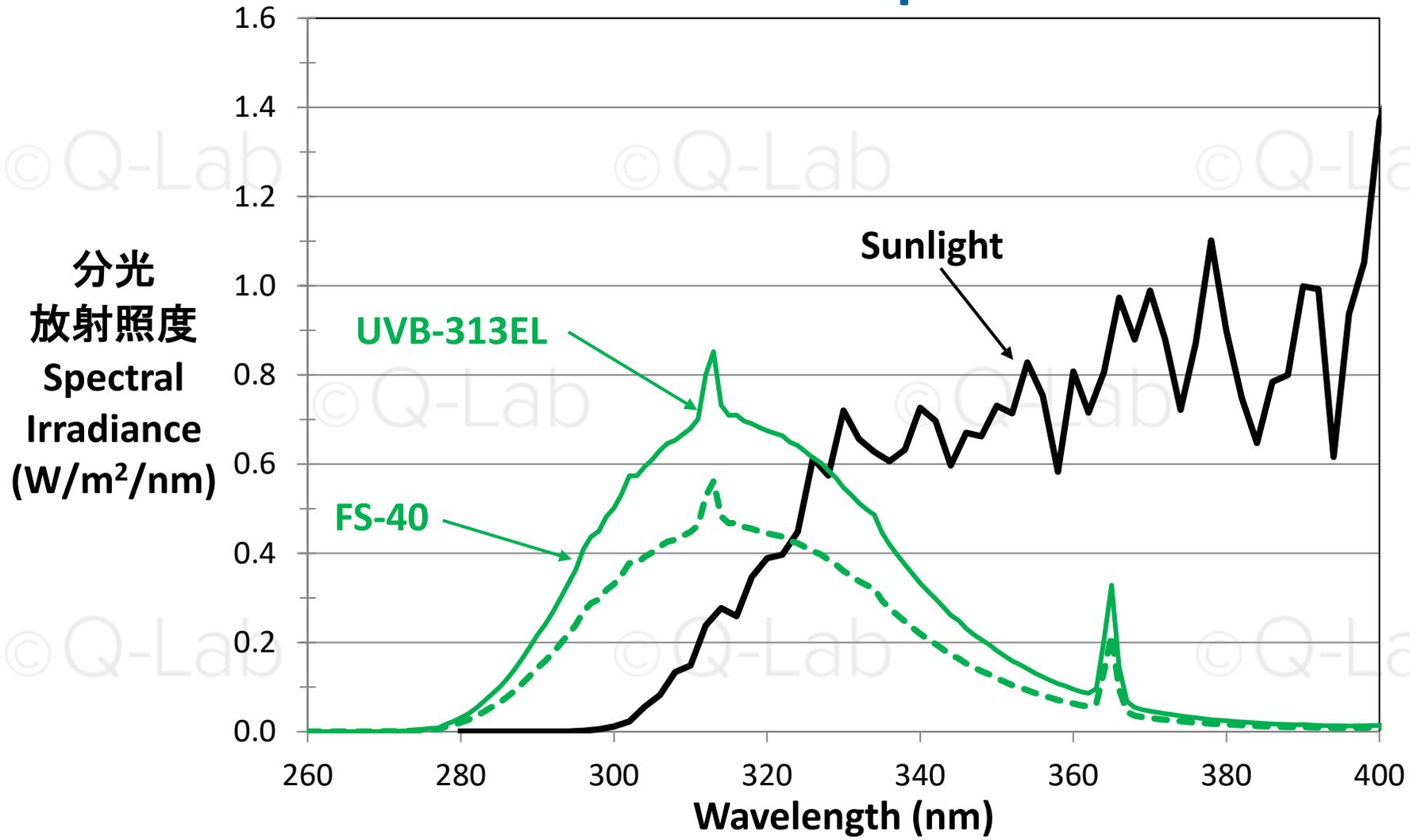
UVA-340 Lamps



UVA-351 Lamps



UVB Lamps



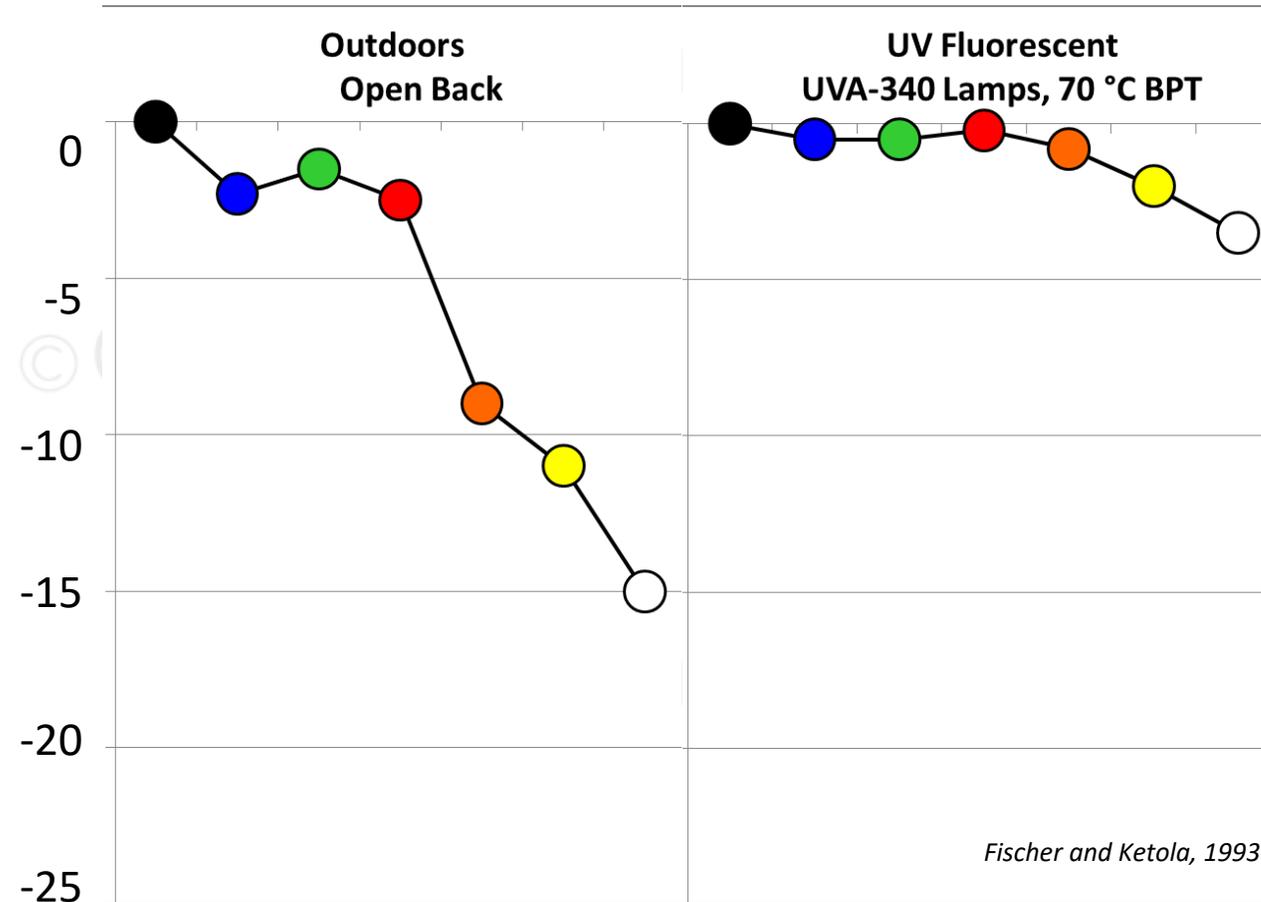
紫外線蛍光ランプの利点

- 短期間で効果が表れやすい
- 照度設定が2種類（310nm or 340nm）
- 安定したスペクトル（変化しない）
- メンテナンスコストが低い
 - 校正もシンプル
- 低価格、低運用コスト
- 維持運用がシンプルで簡単

温度と色

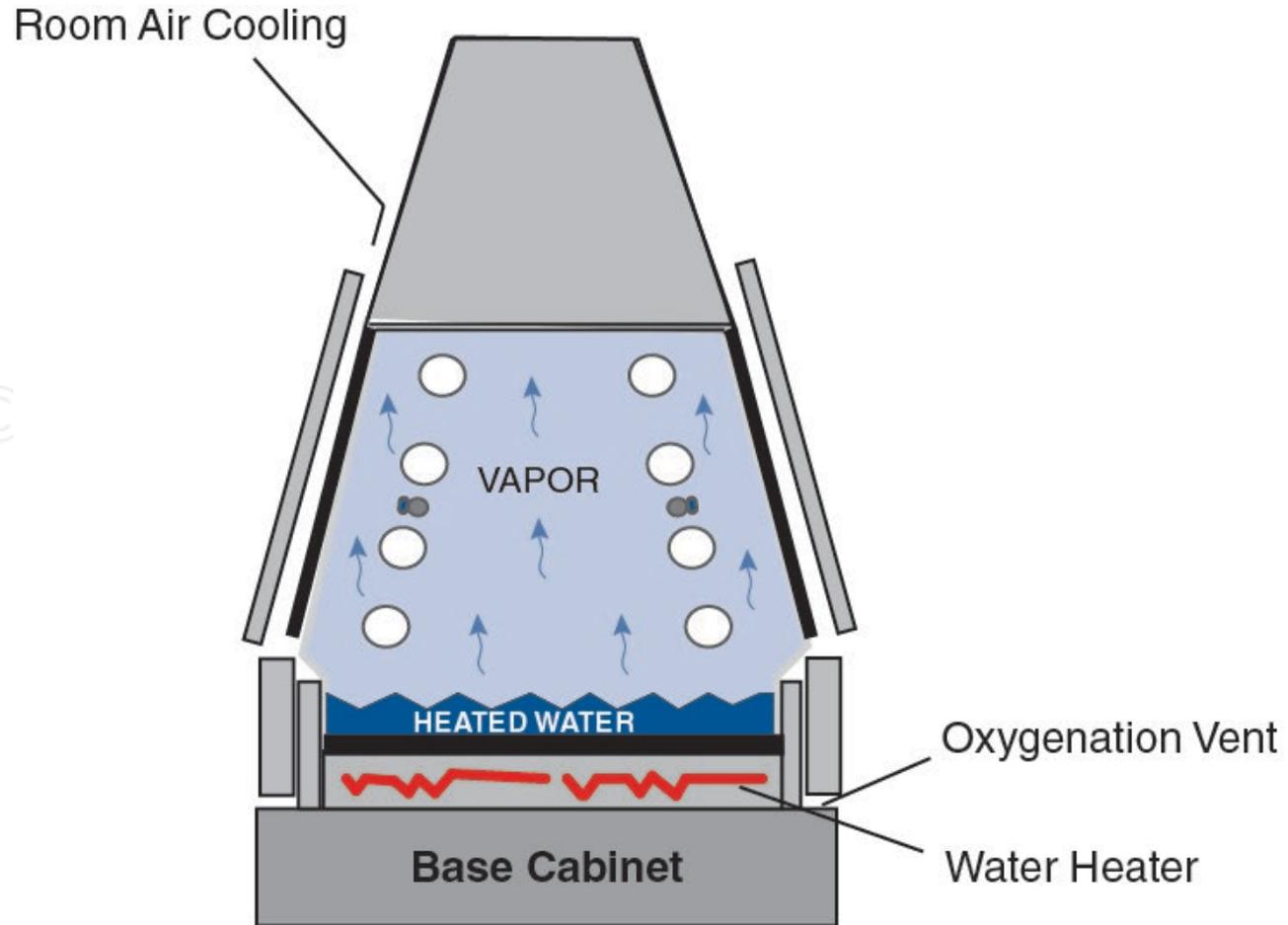
ブラックパネルとその他カラーパネルの温度差

温度差
 Δ (°C)



Fischer and Ketola, 1993

結露



結露試験の利点

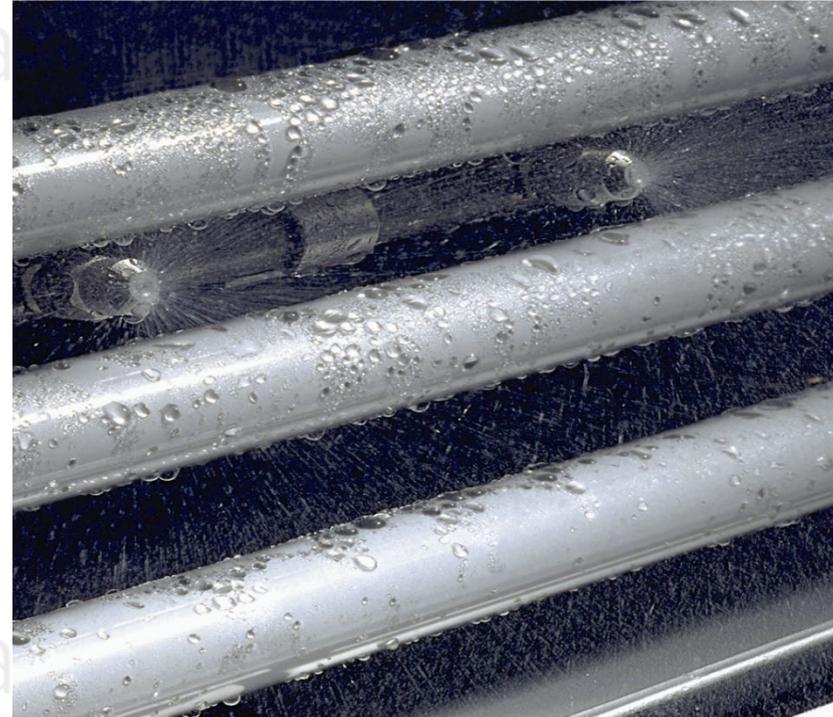
- 自然の濡れに最も近い
- 水による負荷を促進させるベストな方法
- 高められる温度
- 高酸素含有量 High O₂
- QUV試験機は蒸留させて結露を発生
試験体上に汚れは付きません。
綺麗な水です。



QUVは結露生成ができ、
純水を使用しないので低コスト

水スプレー

- パーツを完全に濡れさせます。
- 浸食や熱衝撃を与えます。



紫外線蛍光ランプの要約

- UVA-340が紫外線領域のシミュレーションに最適
- UVB-313は促進性が高く、厳しい条件
- スペクトルが安定・劣化しない
- 可視光領域はない
- **結露**が現実的かつ過酷
- 水スプレーは可能、相対湿度制御は不可

紫外線蛍光ランプとキセノン式ランプ 相補関係の技術

紫外線蛍光ランプ

- UVA-340 短波長UVでは最適
- UVB-313 過酷過ぎることも
- 可視光なし
- 安定したスペクトル
- 相対湿度(RH)制御は不可
- 結露と水スプレー
- 低価格、使用方法がシンプル

キセノンアークランプ

- フルスペクトル (UV-Vis-IR)
- 長波長UVと可視光の再現に 最適
- スペクトルが変化する
- 相対湿度(RH)制御が可能
- 水スプレー
- 複雑性がある

Q-Lab試験機 リニューアル

1. デュアルタッチパネル搭載

→試験プログラム設定などが簡単

2. 日本語対応

→操作が簡単

3. LEDランプ搭載

→遠くからでも試験機の状態を確認可能



アジェンダ

● 耐候性の基礎

- なぜ耐候性試験を行うのか?

- 促進耐候性試験

 - キセノンランプ式

 - 紫外線蛍光ランプ式

- **効果的な試験プログラム**

試験に向けて

- どのような促進試験が必要か確かめる。
 - 屋外暴露試験のデータは相関性と結果予測に不可欠です。
- サービスの環境を確かめる。
 - 屋内 or 屋外
 - 高湿 or 乾燥
 - 高温 or 低温

試験に向けて

- ベストな方法を用いる。
 - 劣化状態が現れるまで試験をする。
 - 多くのサンプルの複製を使用する。
 - 評価とリポジショニングを頻繁に行う。
- 適切な試験機構成を選ぶ。
 - 試験規格は何を求めているか。
 - フルスペクトルは重要か。
 - どの程度、給水が重要か。

Q&A



ご質問がある場合は、ウェビナー終了後の
ポップアップにてご投稿ください

ご清聴ありがとうございました！

内容に関するご質問ならびにお問合せは
以下までご連絡ください



三洋貿易株式会社 ライフサイエンス事業部 科学機器部
森田 博大 (Hiroki Morita)

Tel: 070-8800-4592 Email: h-morita@sanyo-trading.co.jp

HP: <https://www.sanyo-si.com>