

自動車用途向けの腐食試験と Q-FOG複合サイクル試験機

三洋貿易株式会社

ライフサイエンス事業部 科学機器部
宮澤 英輝

[ウェビナー動画\(録画\)を見る](#)

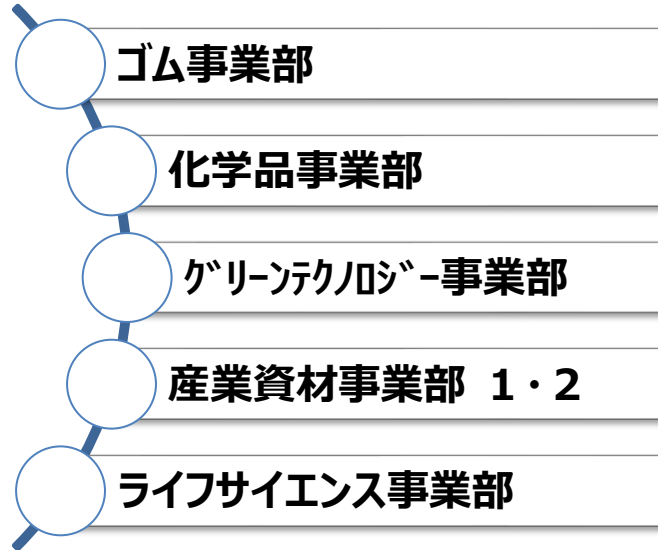
Sanyo Trading

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。

三洋貿易のご紹介

5つの事業部から成る専門商社



- 海外拠点を通じた調達力
- 技術を伴ったきめ細かいサービス力
- ニッチな分野での深化力

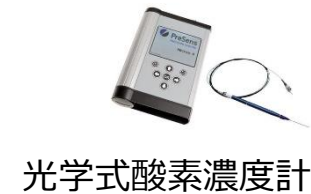


接触角計



耐候性試験機

オイル劣化診断機器



バイオフーマ向け
シングルユース製品



3

Sanyo Trading

科学機器部について

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

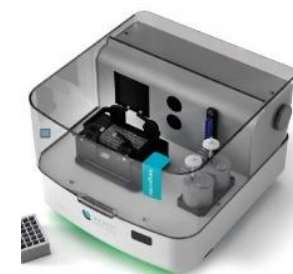
- 装置の基本的な操作トレーニングに加え、お客様に最適な測定・試験方法の技術コンサルティング。アフターサービスにはエンジニア集団の子会社 三洋テクノス(株)の万全なサポート体制

業界の海外動向を含めた最新情報のご提供

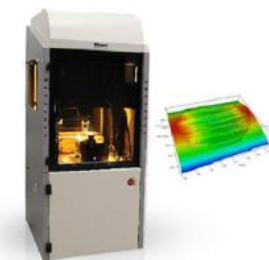
- 業界の第一線で世界中で活躍している海外サプライヤーの技術者・研究者を国内に招いた定期的なセミナー活動・展示会出展



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

事業部オフィシャルホームページ: <https://www.sanyo-si.com/>

Sanyo Trading

アフターサービス・見学について



三洋テクノ株式会社

〒334-0013

埼玉県川口市南鳩ヶ谷3-19-3

三洋テクニカルセンター内

- ・国内にてアフターサービス対応
保守メンテナンス・修理対応
- ・各種試験機の実物を見学可能
デモルームも完備
- ・Q-Lab製品(耐光性試験機・腐食試験機)は
実機導入済み、実機見学可能



Sanyo Trading

Q-Lab Corporation

- 1956年設立
- 材料耐久性試験装置と受託試験サービスを専門としている



本社および製造部門: オハイオ州ウエストレイク

コーポレートサイト: <https://www.q-lab.com/>



イングランド, ボルトン
Q-Labヨーロッパ



中国上海
Q-Lab中国



ドイツザールブリュッケン
Q-Labドイツ

Sanyo Trading

会社紹介: Q-Lab Corporation

設立1956年の世界60か国以上の導入実績を誇る
グローバル耐候性・腐食試験機メーカー



QUV

紫外線蛍光ランプ式
促進耐候性試験機



Q-FOG

塩水噴霧・複合サイクル
腐食試験機



Q-SUN

キセノン促進耐候性試験機

Sanyo Trading

Q-Lab屋外暴露試験場



Sanyo Trading

トピックス

- 自動車腐食の概要
- 屋外腐食試験
- サイクル腐食試験における近年の発展
 - 相対湿度制御
 - 電解質(塩)溶液
- 近年のサイクル腐食試験法と試験機

Sanyo Trading

トピックス

- **自動車腐食の概要**
- 屋外腐食試験
- サイクル腐食試験における近年の発展
 - 相対湿度制御
 - 電解質(塩)溶液
- 近年のサイクル腐食試験法と試験機

自動車部品の腐食の例



Sanyo Trading

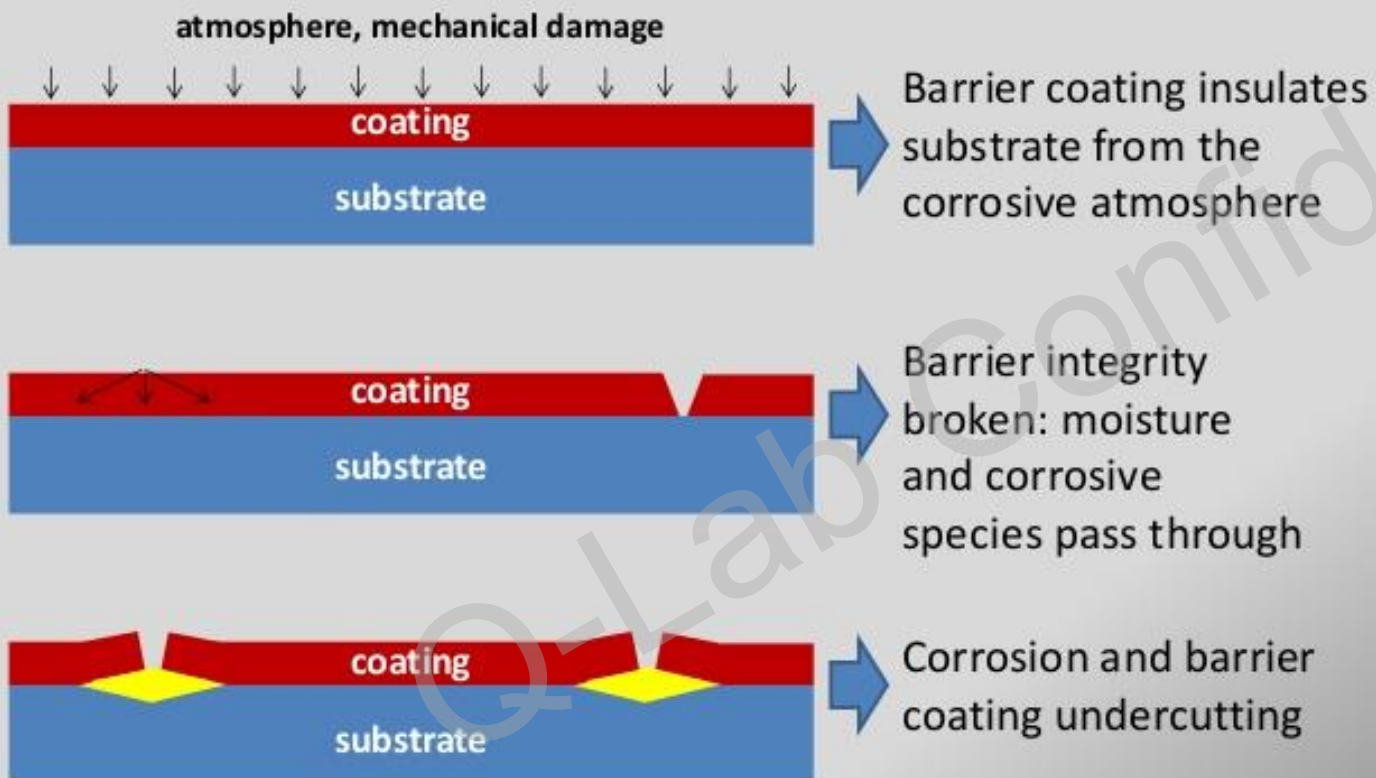
自動車腐食の原因とは？

- 腐食性の気候への暴露
 - 濡れ乾燥サイクル
- 化学物質存在下では促進される
 - 塩、酸性雨
- 金属の暴露
 - 傷、衝撃、チッピング
- 初期損傷後、塗装による保護が効かない場合がある

Sanyo Trading

腐食のメカニズム

Anti-corrosion coating: real-life scenario



大気(腐食性)から保護コーティングによって守られている

保護膜の欠損によって、湿度や腐食因子が通過する

腐食発生と保護膜が剥がれる

Sanyo Trading

腐食の種類

外観錆

- 塗装保護
- 高水分
- 道路飛沫効果



構造錆

- 紫外線なし
- 部品はコーティングされている？



Sanyo Trading

自動車腐食試験

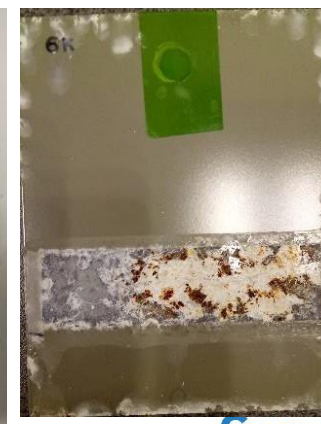
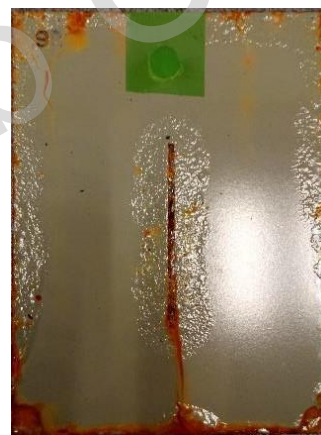
部品レベル

試験方法の種類

- 中性塩水噴霧
- 複合サイクル
- キャス

試験片の種類

- フラットパネル/クーポン:オープン、隙間、外観
- フルコンポーネント:
(例)ファスナー、排気トリム、バッジ、ホイール



Sanyo Trading

自動車腐食試験

車両全体

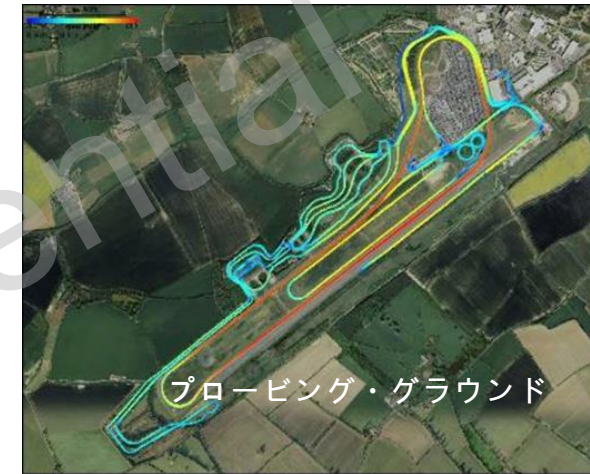


車両湿度室

- 湿度および温度
- 塩水噴霧
- ドライブサイクル(粉塵のある道、オフロード、耐久性のある道路)
- 慎重・評価



道路

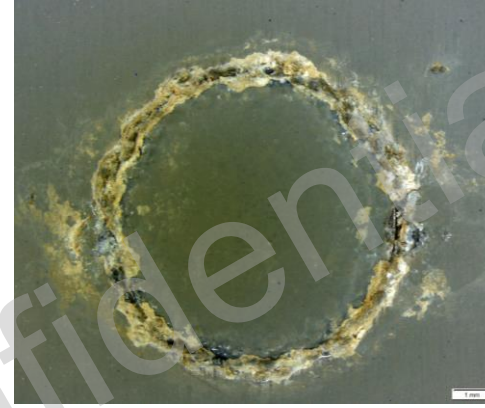


Sanyo Trading

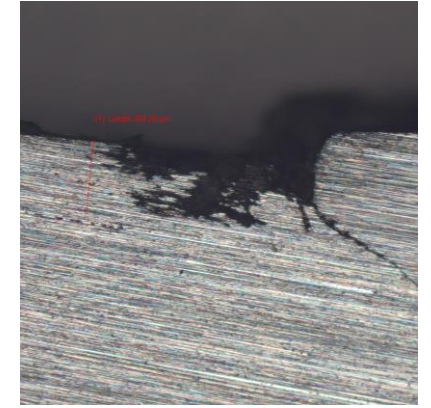
腐食モード



炭素繊維に接合した5xxxシリーズアルミニウム



薄板アルミニウムに接合した鋼製リベット



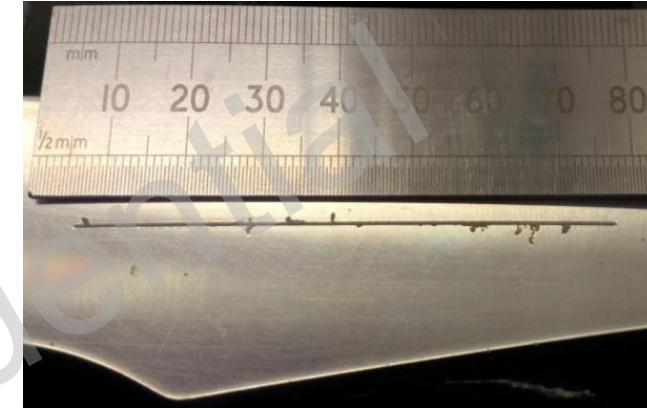
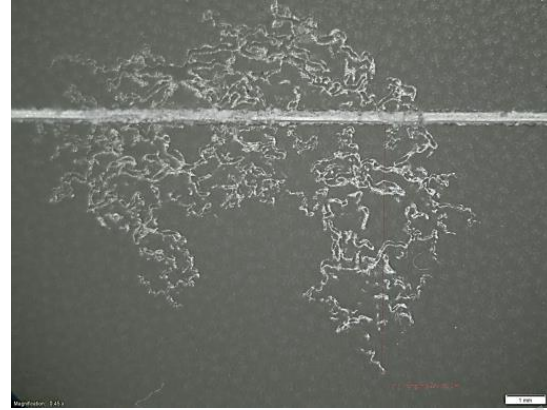
- 混合材料構造
 - ガルバニック腐食
 - 隙間腐食
 - 糸状腐食
- 実験室の試験方法を実世界の条件に相関させることが重要

Sanyo Trading

腐食モード



6xxxシリーズ塗装シートアルミニウムの糸状腐食



ラッカー塗装されたロードホイール表面 (Al-Si₇Mg) の糸状腐食

塗装されたシートアルミニウム

- 外観「糸状」腐食
- ガルバニック&すき間腐食条件、切断端、再加工表面により加速

自動車腐食試験目的

- 目的1:損傷前後の性能を確認する
- 目的2:現実的な試験方法の選択と使用
- 目的3:試験を加速し、相関のある結果を得る

**サイクル腐食試験の近年の進歩は
これらの目的を達成する手助けになる**

Sanyo Trading

トピックス

- 自動車腐食の概要
- **屋外腐食試験**
- サイクル腐食試験における近年の発展
 - 相対湿度制御
 - 電解質(塩)溶液
- 近年のサイクル腐食試験法と試験機

Sanyo Trading

屋外腐食試験サイト



フロリダ州ケネディ宇宙センター
- 米国内で最も過酷な腐食試験場所と考えられている

Sanyo Trading

屋外腐食試験



- ケネディ宇宙センター腐食試験場におけるテストパネル
- ガルバニック対が形成されることを防ぐためにボルトは電氣的に絶縁されている

Sanyo Trading

自動車プルービンググラウンド



ゼネラルモーターズ社
プルービンググラウンド
(ミシガン州ミルフォード, 1923年設立)

- 塩水、泥、その他の汚染物質を通過する車
- 数週間または数ヶ月後、車は分解され、腐食が評価されます
- 実験室試験と相関させるために車両にも腐食試験クーポン配置されます

Sanyo Trading

自動車屋外腐食試験 試験車両

表面濡れ性



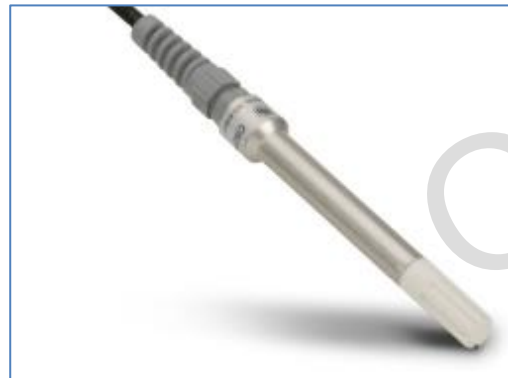
質量減量



表面温度



湿度&温度



材料板



Sanyo Trading

実験室における 促進腐食試験

サイクル試験と相対湿度制御

Q-Lab Confidential

Sanyo Trading

サイクル腐食試験について 何が変化しているか、そしてなぜか？

- PV1210やJASO M609のようなサイクル試験は、ASTM B117のような単純な試験よりも現実的ですが、すべての用途に対して十分というわけではありません
- 現代の腐食試験では、RHを50～90%に制御、維持しています

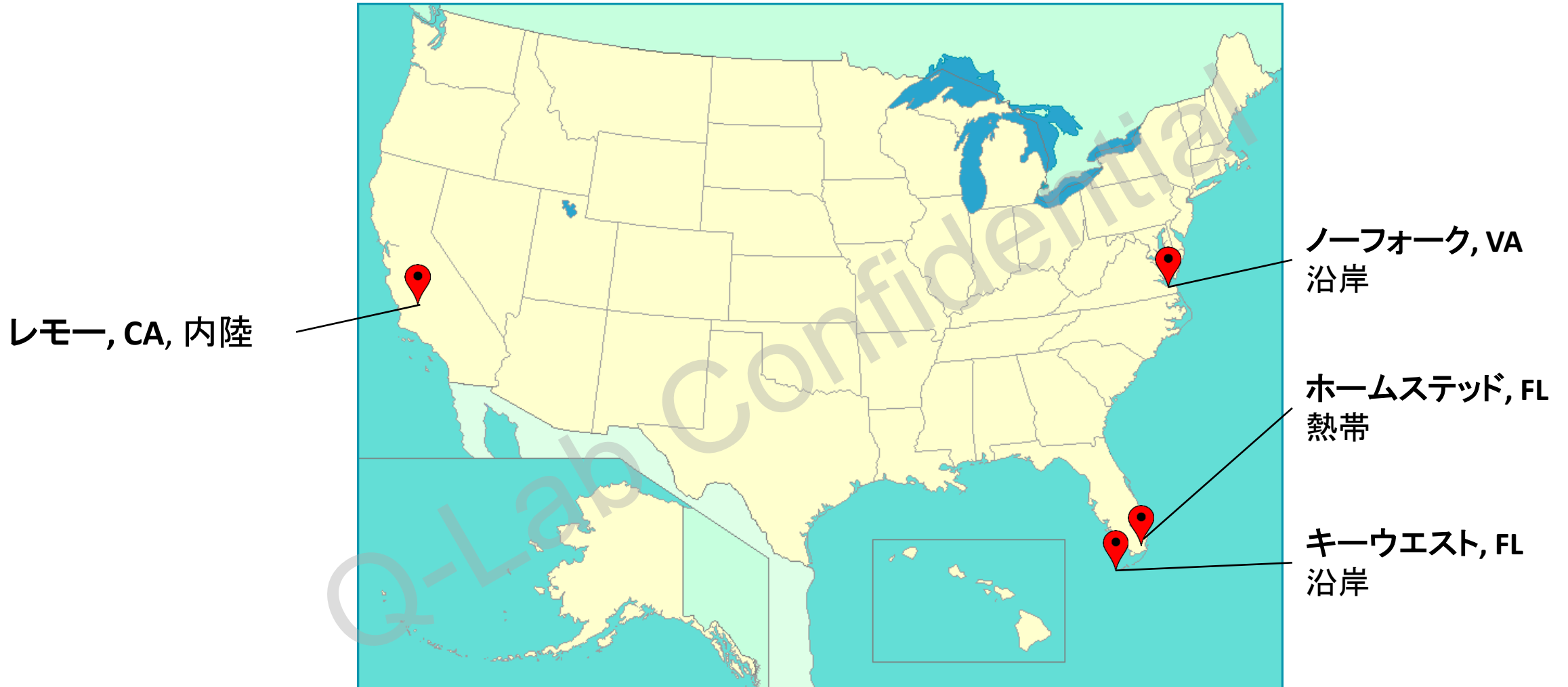
潮解相対湿度 (DRH)

塩	DRH
塩化カリウム (KCl)	85%
塩化ナトリウム (NaCl)	76%
塩化マグネシウム (MgCl ₂)	33%
塩化カルシウム (CaCl₂)	31%

- 塩存在下において、RH<100%で液体が形成される
- 液体(水)が腐食を促進する
- **NaCl DRH 76% が試験において重要な値**

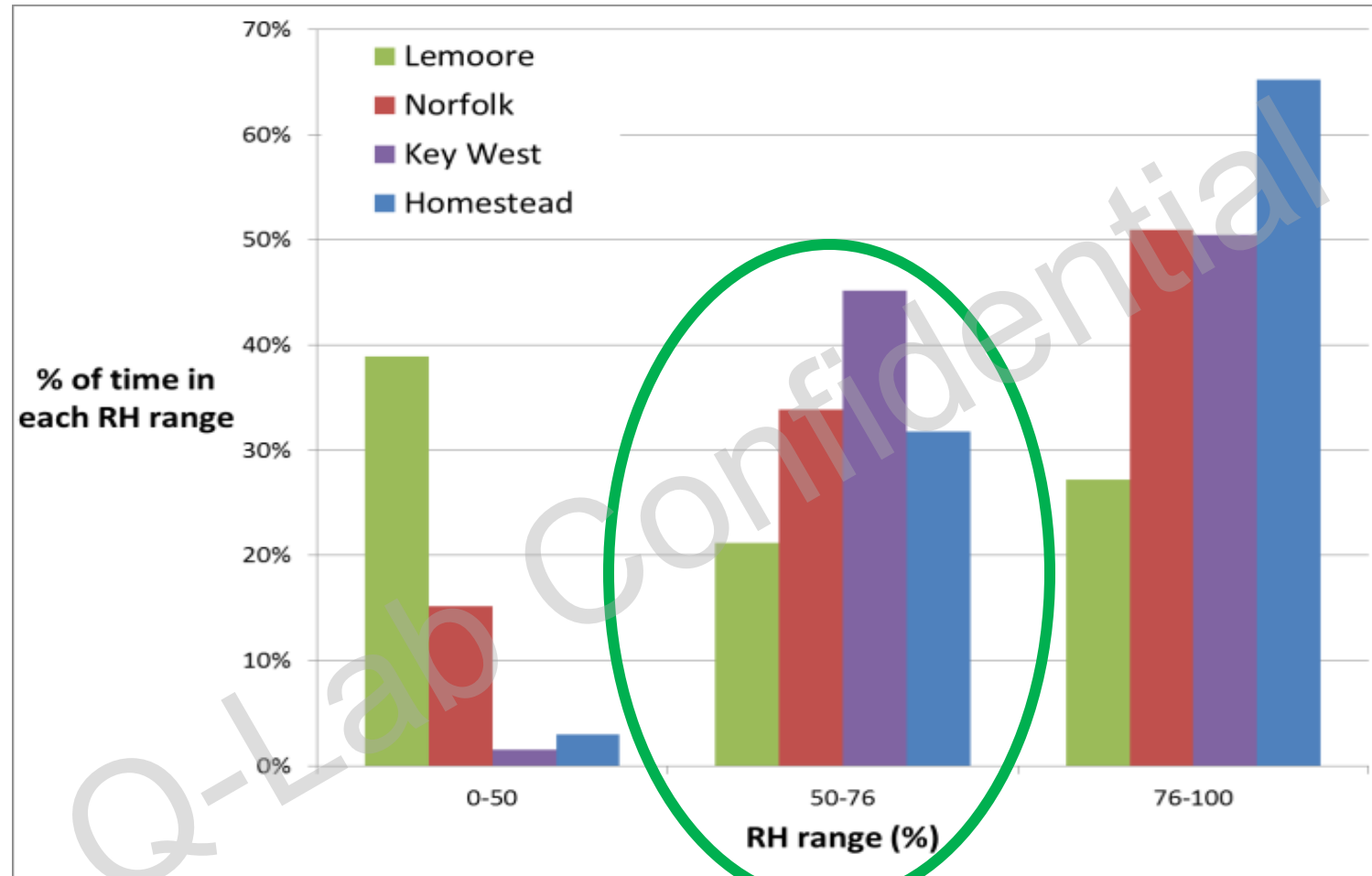
Sanyo Trading

屋外腐食地域



Sanyo Trading

自然環境における湿度条件



- 全ての地域において中間的なRH (76%付近)である時間が長時間ある
- 近年の腐食試験ではこれを認識し、この領域で制御する

Sanyo Trading

相対湿度：“中間領域を制御する”

- 50~90%RHの間で湿度制御を行うことが重要
- 湿潤・乾燥サイクルではこれを満たさない
 - 完全なる濡れ、乾燥、外気導入にコンディションが限定される
 - RHの移行時間制御がない
 - 試験片によって乾燥/濡れ速度が変動する可能性がある

現代の腐食試験の重要な点

- 特定の相対湿度設定（湿潤、または乾燥というだけでなく）
- 再現性を向上させるための制御された温度/相対湿度と移行
- 特殊な電解質（塩）溶液
- 塩水“噴霧”が直接塩水シャワーに置き換えられている場合がある

トピックス

- 自動車腐食の概要
- 屋外腐食試験
- **サイクル腐食試験における近年の発展**
 - 相対湿度制御
 - 電解質(塩)溶液
- 近年のサイクル腐食試験法と試験機

近年の自動車 複合サイクル腐食試験

- 電解質溶液
- 噴霧とシャワー
- 相対湿度制御
- 正確な制御のためのエアプレコンディショナー
- 腐食試験装置

Sanyo Trading

環境条件のまとめ

現代の自動車腐食試験規格

サイクル	溶液	噴射タイプ	RH < 50%	50% ≤ RH < 76%	RH ≥ 76%
FORD L-467 Volvo(ACT2)	NaCl 0.5% pH指定なし	シャワー	0%	66%	34%
GMW14872	NaCl 0.9% CaCl ₂ 0.1% NaHCO ₃ 0.075% pH指定なし	シャワー	46% (RH30%以下は22%)	16%	38%
Renault D17 2028 (ECC1)	NaCl 1.0% PH=4.0(H ₂ SO ₄)	噴霧	8%	62%	30%
VDA233-102	NaCl 1.0% pH中性	噴霧	1%*	39%	60%
Volvo ACT1	NaCl 1.0% PH=4.2(H ₂ SO ₄)	シャワー	17%	31%	52%

様々な電解質溶液および酸性度

Sanyo Trading

腐食試験規格溶液

VW PV1210, JASO M609

- 塩化ナトリウム (NaCl): 5%
- pH中性

GMW 14872, SAE J2334

- 塩化ナトリウム (NaCl): 0.9%
- 塩化カルシウム (CaCl₂): 0.1%
- 炭酸水素ナトリウム (NaHCO₃): 0.075%
- pH無調整だが通常中性

Sanyo Trading

腐食試験規格溶液

Ford L-467, Volvo 1449 (ACT2)

- 塩化ナトリウム (NaCl): 0.5%

Volvo 149 (ACT1), Renault ECC1, ISO 16701

- 塩化ナトリウム (NaCl): 1.0%
- 硫酸 (H_2SO_4): ~ 1 ml of 0.5 M to 10 L solution
pH 4.2 (Volvo), 4.0 (Renault)

VDA 233-102

- 塩化ナトリウム (NaCl): 1.0%

Sanyo Trading

環境条件のまとめ

現代の自動車腐食試験規格

サイクル	溶液	噴射タイプ	RH < 50%	50% ≤ RH < 76%	RH ≥ 76%
FORD L-467 Volvo(ACT2)	NaCl 0.5% pH指定なし	シャワー	0%	66%	34%
GMW14872	NaCl 0.9% CaCl ₂ 0.1% NaHCO ₃ 0.075% pH指定なし	シャワー	46% (RH30%以下は22%)	16%	38%
Renault D17 2028 (ECC1)	NaCl 1.0% PH=4.0(H ₂ SO ₄)	噴霧	8%	62%	30%
VDA233-102	NaCl 1.0% pH中性	噴霧	1%*	39%	60%
Volvo ACT1	NaCl 1.0% PH=4.2(H ₂ SO ₄)	シャワー	17%	31%	52%

シャワーと噴霧は両方広く使用されている

Sanyo Trading

噴霧とシャワー

噴霧



- 噴霧ノズル
- 別々の圧縮空気および液体溶液ライン
- ポンプ速度と空気圧で制御

シャワー



- 非圧縮空気ノズル
- 調整可能なポンプ圧力とスプレーオン/オフサイクリングにより制御

Sanyo Trading

噴霧とシャワーは両方とも試験法で用いられている

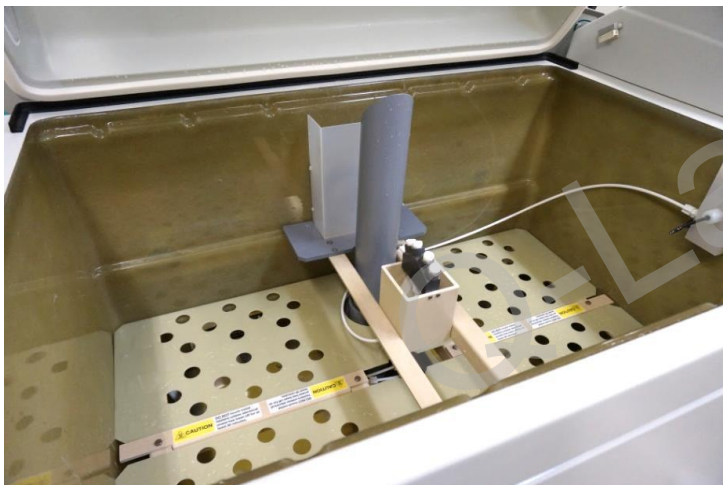
噴霧

- Renault D17-2028
- Volkswagen PV-1210
- VDA 233-102
- ASTM B117
- ASTM G85
- JASO M609

シャワー

- Ford L-467
- GMW 14872
- Volvo VCS-1027.14, 149, 1449,
- Volvo VCS-423, 0014
- SAE J2334

シャワー(スプレー)のアドバンテージ



- 噴霧と比較して迅速に試験片を濡らすことが可能
- 腐食速度を調節するために噴霧量を調整可能
- 位置が固定されているため定期的な調整が不要
- シャワーノズルが詰まった場合には流量検出によりお知らせ機能あり
- 純水による自己洗浄機能

Sanyo Trading

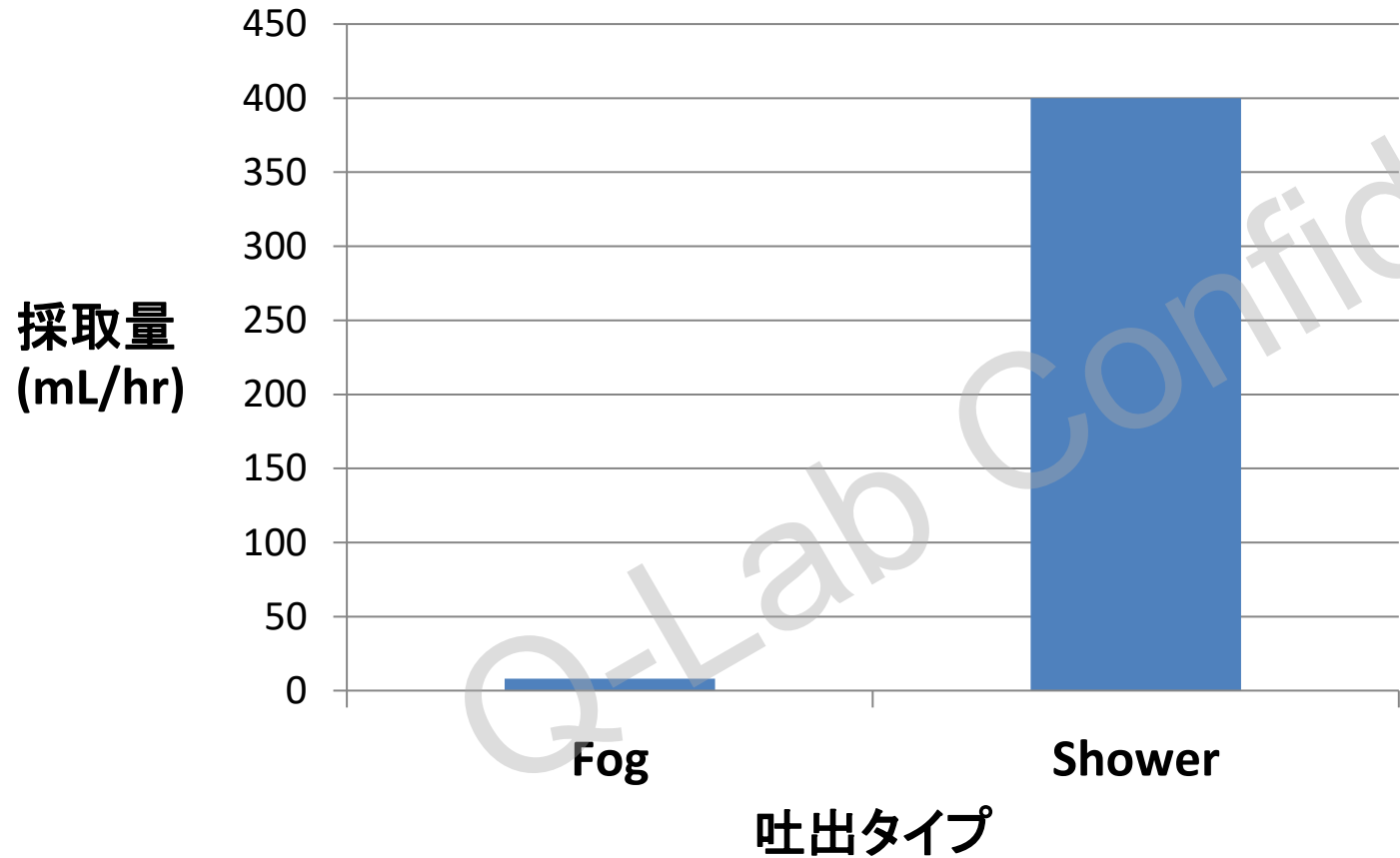
シャワー機能について



Sanyo Trading

噴霧とシャワーの噴霧量

時間あたり最大噴霧採取量



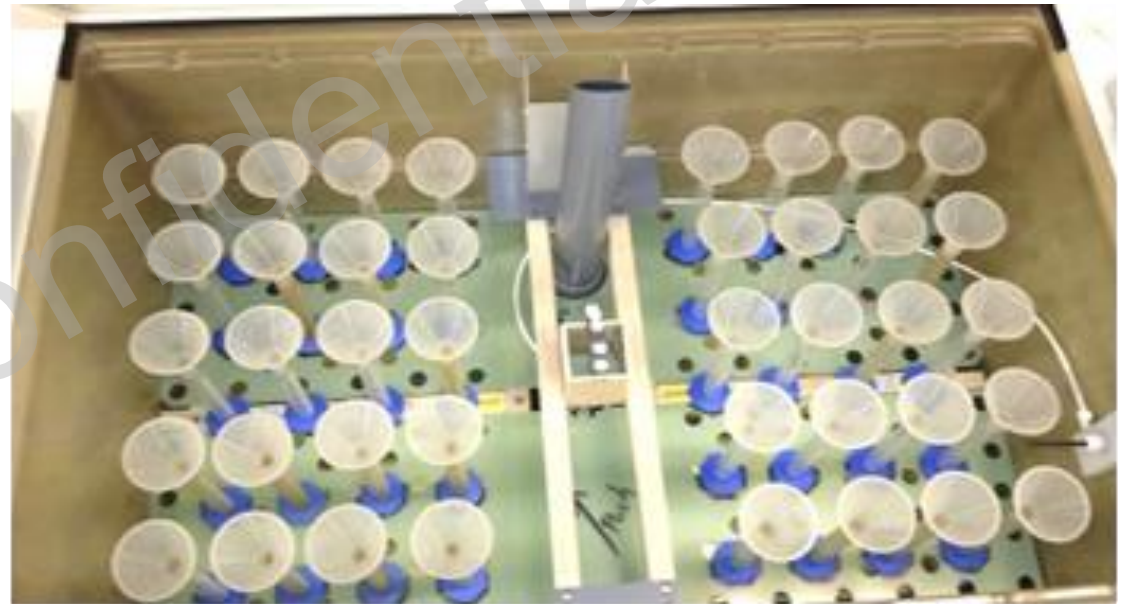
Sanyo Trading

シャワー均一性測定

24シリンダー (直径10 cm)
Q-FOG CRH 600 チャンバー



40シリンダー (10 cm直径) Q-
FOG CRH 1100 チャンバー

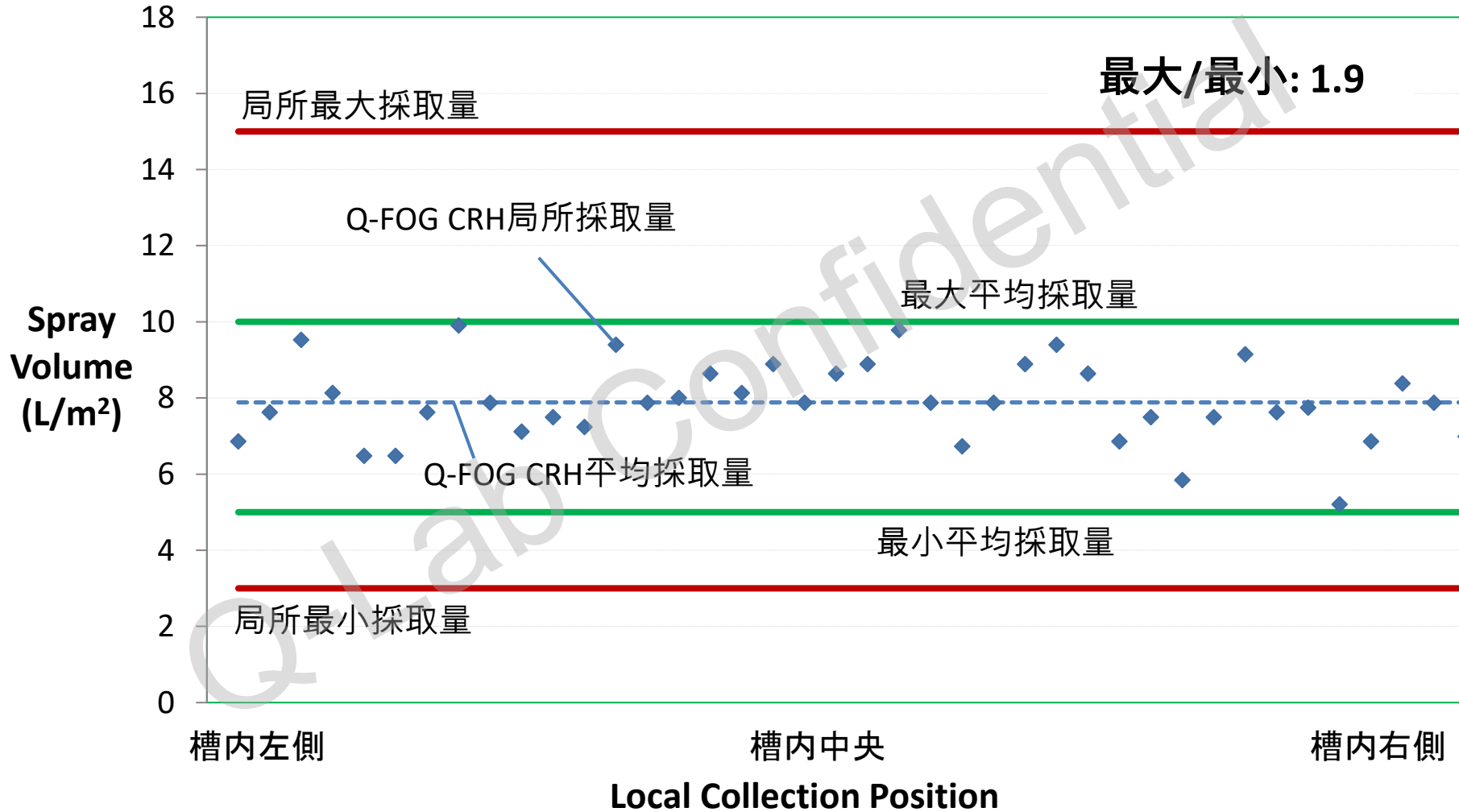


19分間においてシリンダーあたり平均40-80ml
局所最小量 24 ml
局所最大量 120 ml

Sanyo Trading

Q-FOG CRHシャワー

均一性 – 40箇所 (Ford L-467, Volvo ACT2)



環境条件のまとめ

現代の自動車腐食試験規格

サイクル	溶液	噴射タイプ	RH < 50%	50% ≤ RH < 76%	RH ≥ 76%
FORD L-467 Volvo(ACT2)	NaCl 0.5% pH指定なし	シャワー	0%	66%	34%
GMW14872	NaCl 0.9% CaCl ₂ 0.1% NaHCO ₃ 0.075% pH指定なし	シャワー	46% (RH30%以下は22%)	16%	38%
Renault D17 2028 (ECC1)	NaCl 1.0% PH=4.0(H ₂ SO ₄)	噴霧	8%	62%	30%
VDA233-102	NaCl 1.0% pH中性	噴霧	1%*	39%	60%
Volvo ACT1	NaCl 1.0% PH=4.2(H ₂ SO ₄)	シャワー	17%	31%	52%

全ての試験規格で中間的な相対湿度を要求している

Sanyo Trading

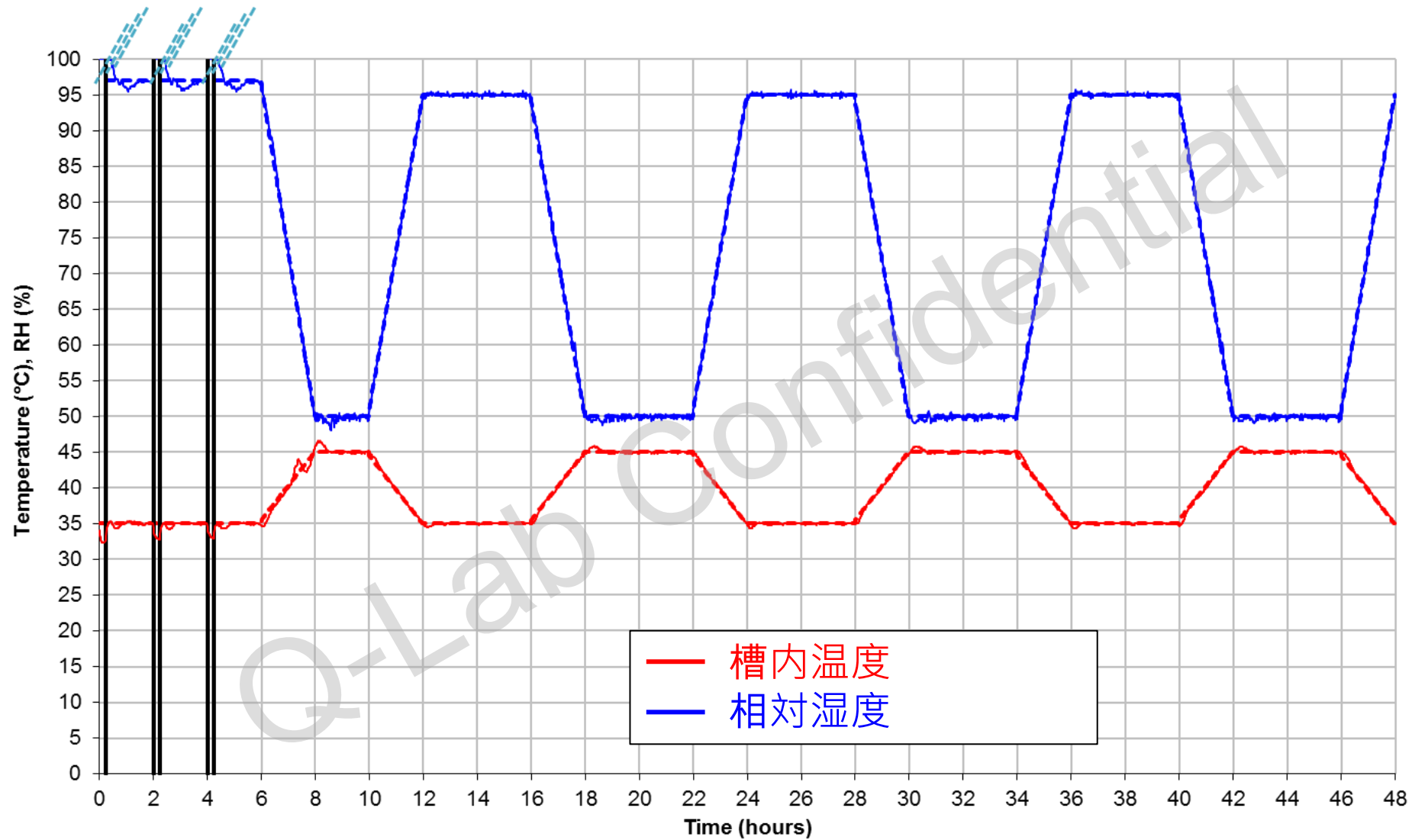
加湿方法

手法	長所	短所
ウェットボトム加熱 (チャンバー内)	<ul style="list-style-type: none"> シンプル 蒸気発生 閉鎖系で飽和湿度を実現可能 	<ul style="list-style-type: none"> 応答が遅い 塩を洗い流す必要あり 中程度相対湿度制御の維持が難しい
温水浴槽 (循環システム)	<ul style="list-style-type: none"> シンプル メンテナンス必要性が低い それほど厳しくない水純度要件 	<ul style="list-style-type: none"> 水蒸気発生量に限界がある
ボイラー	<ul style="list-style-type: none"> 大量の蒸気生成 高温と相対湿度設定に適している 	<ul style="list-style-type: none"> 応答が遅い 低温/高湿度の設定に適さない 腐食環境から守られている必要がある (ボイラー自体の腐食)
噴霧スプレー	<ul style="list-style-type: none"> 高RH設定に適している 低温度設定に適している 適切な水分の吐出可能 チャンバー内に配置可能 	<ul style="list-style-type: none"> 水滴を蒸発させるための加熱が必要
超音波ネブライザー	<ul style="list-style-type: none"> 適切な水分の吐出可能 	<ul style="list-style-type: none"> 腐食環境から守られている必要がある

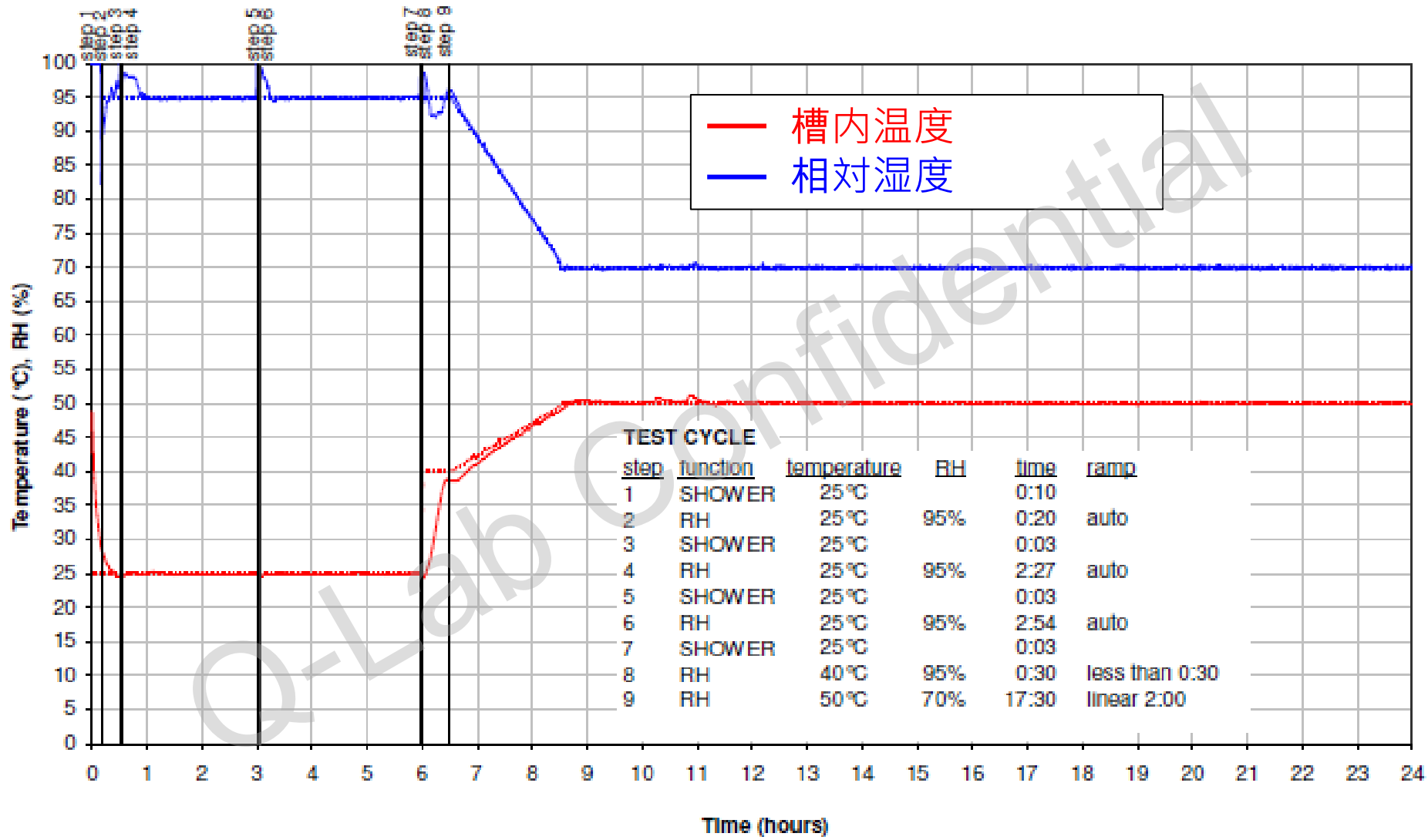
除湿方法

手法	長所	短所
冷却方式	<ul style="list-style-type: none">非常に効果的大量の空気を乾燥させることができる安定的に低露点を供給試験温度を下げるができる	<ul style="list-style-type: none">大きなハードウェア多くの試験規格を満たすために、加熱が必要腐食環境から保護されている必要がある
圧縮空気	<ul style="list-style-type: none">シンプル、省スペース塩気のある環境下でも使用可能	<ul style="list-style-type: none">圧縮空気を大量に使用するより非効率的汚染可能性がある
デシカント方式	<ul style="list-style-type: none">冷却式よりシンプル効率的	<ul style="list-style-type: none">大掛かりなシステムの場合、大きくなる塩気のある環境からは保護されている必要がある

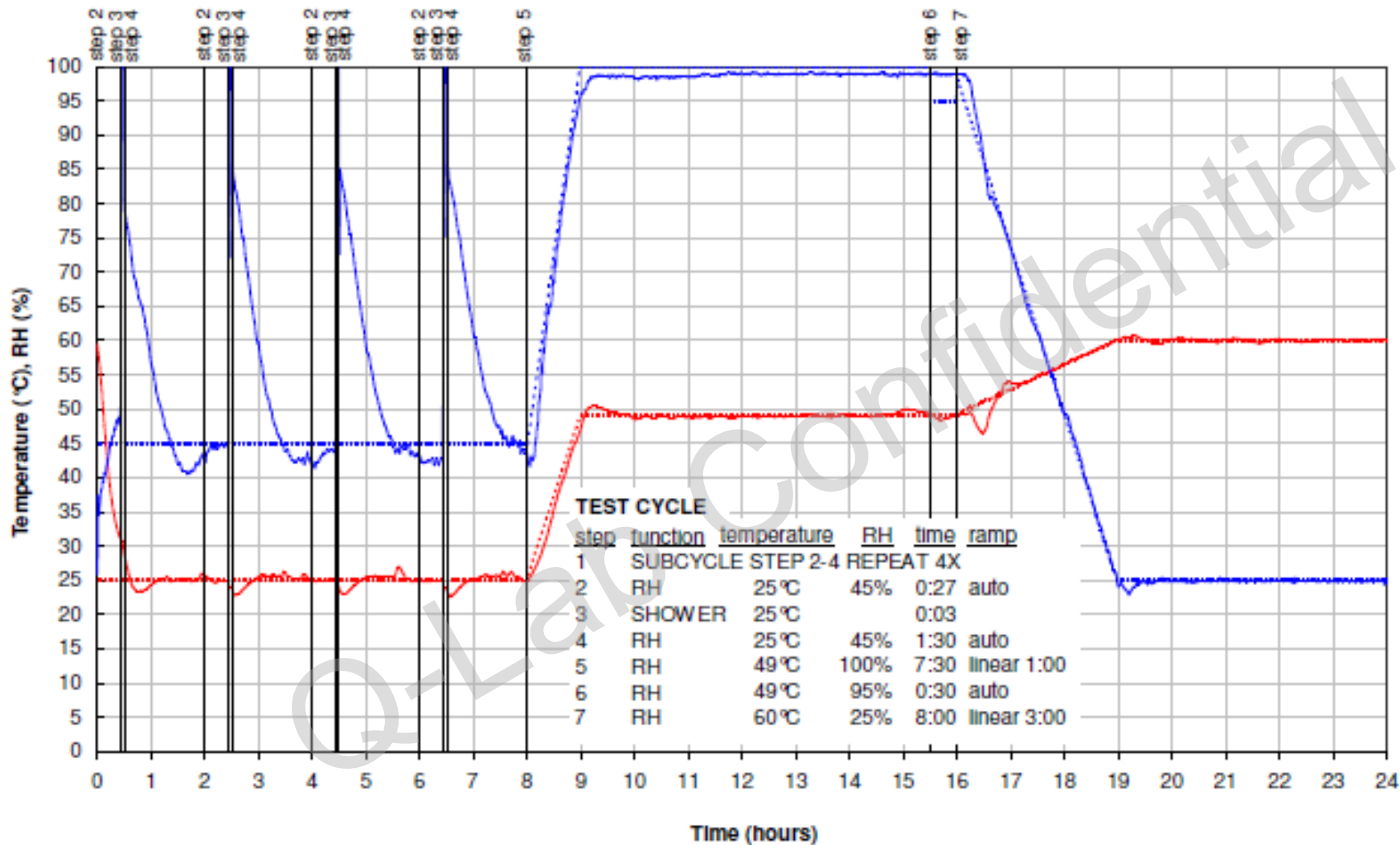
Volvo ACT 1



Ford L-467



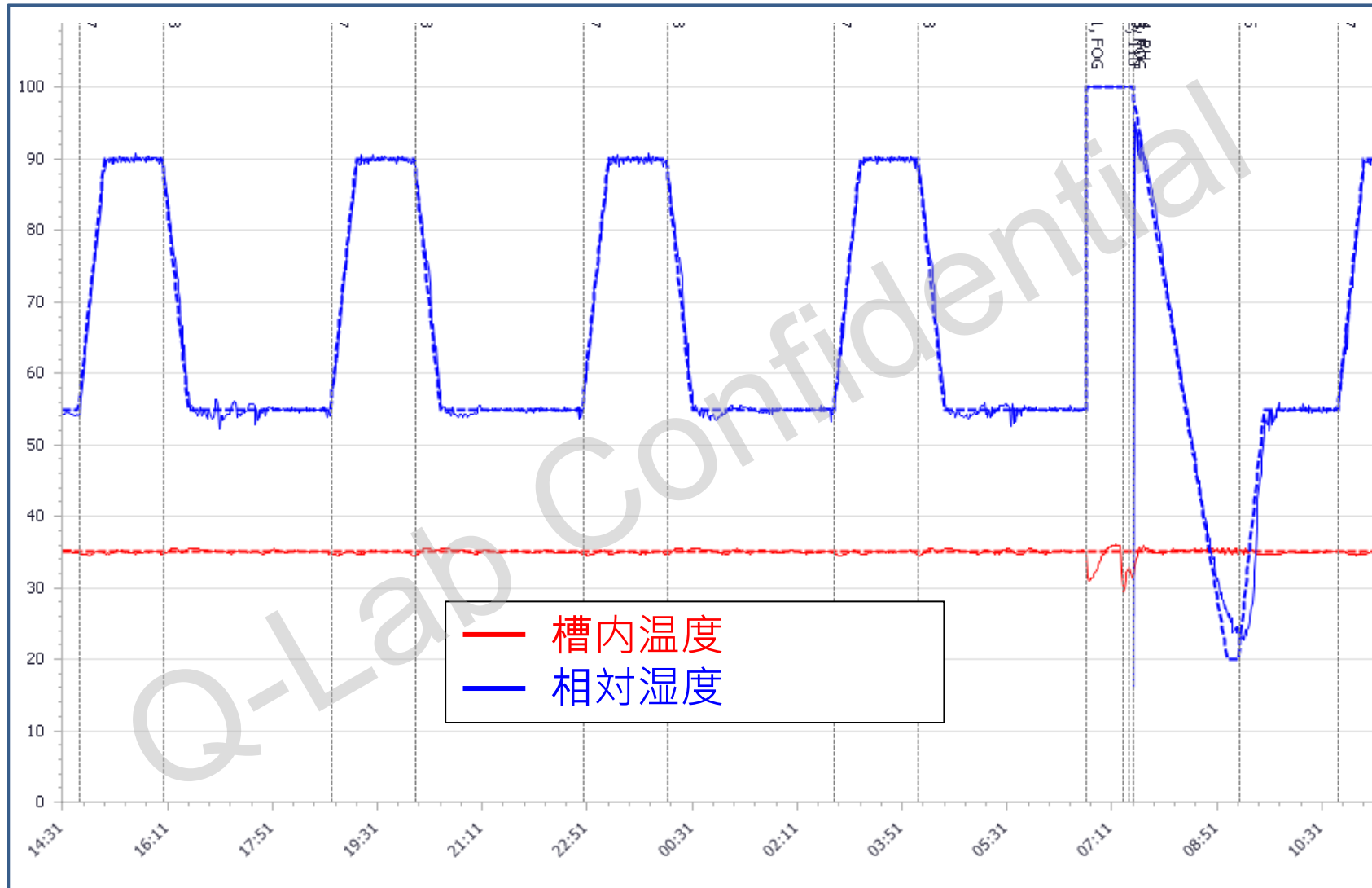
GMW 14872



— 槽内温度
— 相对湿度

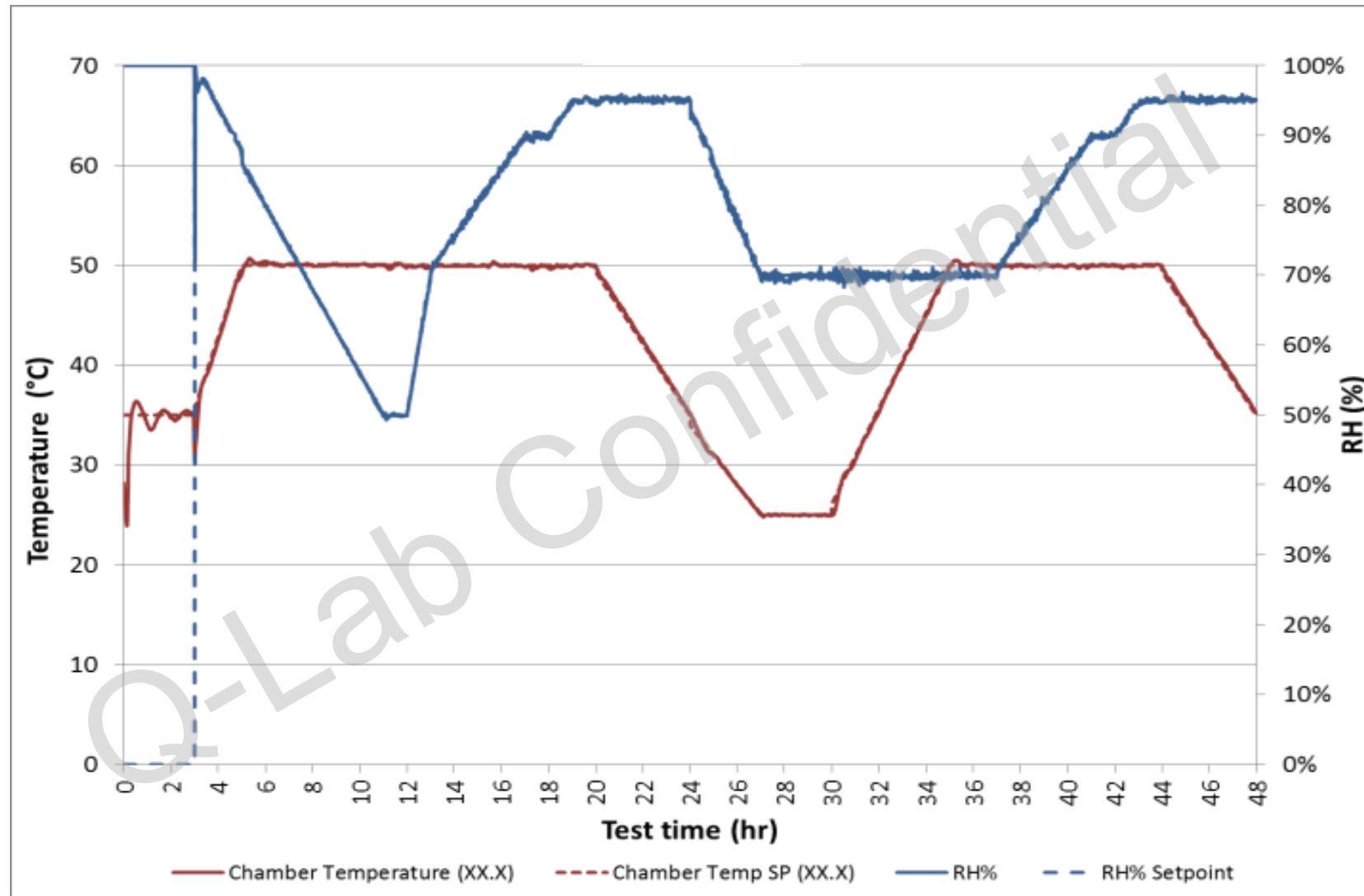
Sanyo Trading

Renault D17 2028 (ECC1)

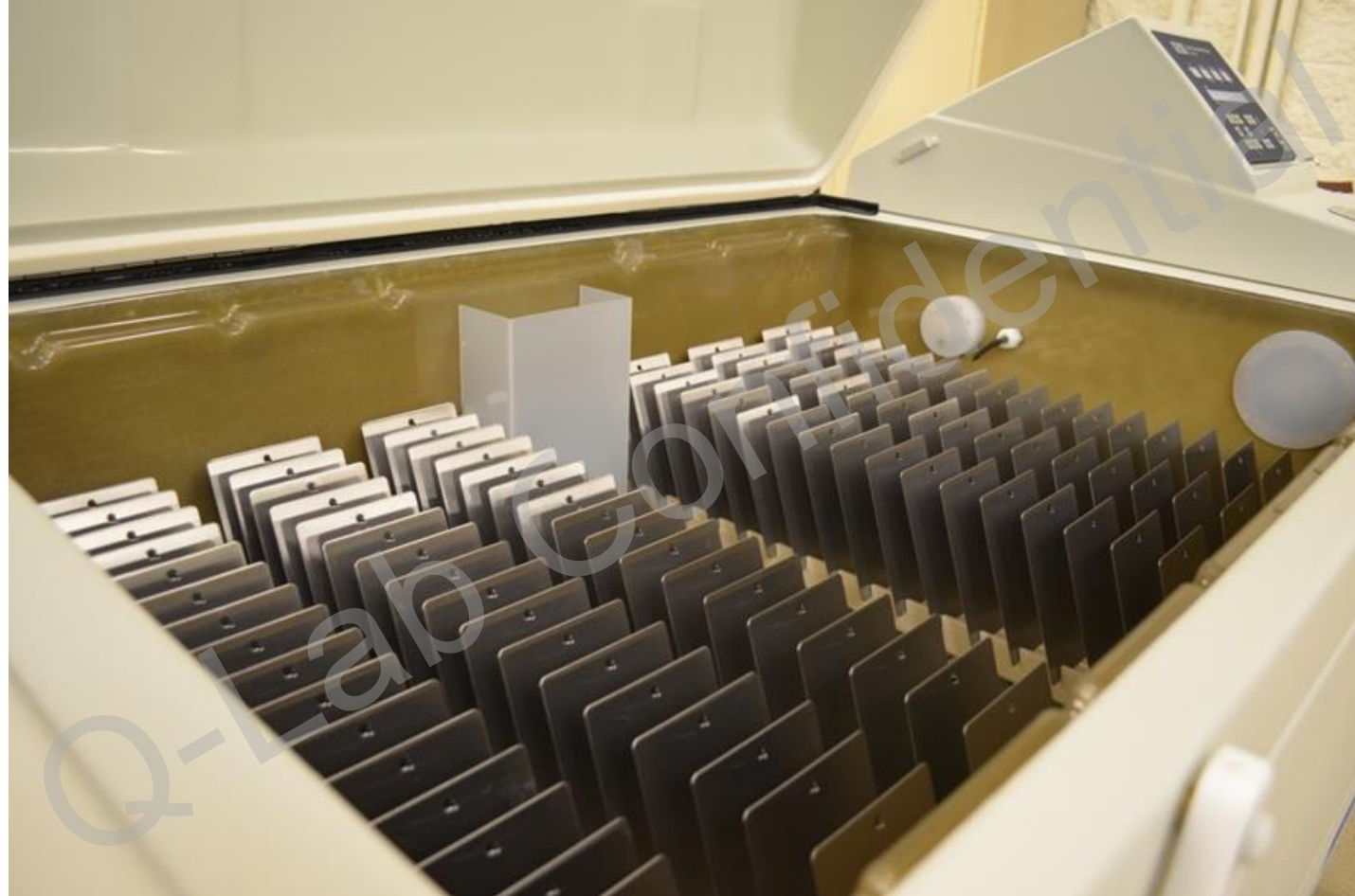


Sanyo Trading

VDA 233-102



Q-FOG腐食試験機



Sanyo Trading

環境試験機



Sanyo Trading

自動車用途向けの腐食試験と
Q-FOG複合サイクル試験機

試験チャンバータイプ

腐食/塩水噴霧試験機

- 正方形よりも長方形
- 単層供試体を主に試験
- ステンレススチール製ではない
(本体が腐食する)
- 塩水噴霧中に必要な空気の安定供給
- 液体溶液と沈殿塩が微細気候を作り出す
- 正確な制御はより困難

環境試験機

- 立方体/立方体の形状
- 多層試験片を主に試験
- 内装は通常ステンレススチール
- 一定の風量
(低流量タイプまたは高流量タイプ)
- ほとんど水を噴霧しない
- 正確な温度と相対湿度の制御

Q-FOG CRH



- 2種類の噴霧方式(噴霧・シャワー)
- 温湿度の線形移行制御が可能
- エアープレコンディショナーを通じた除湿制御

Sanyo Trading

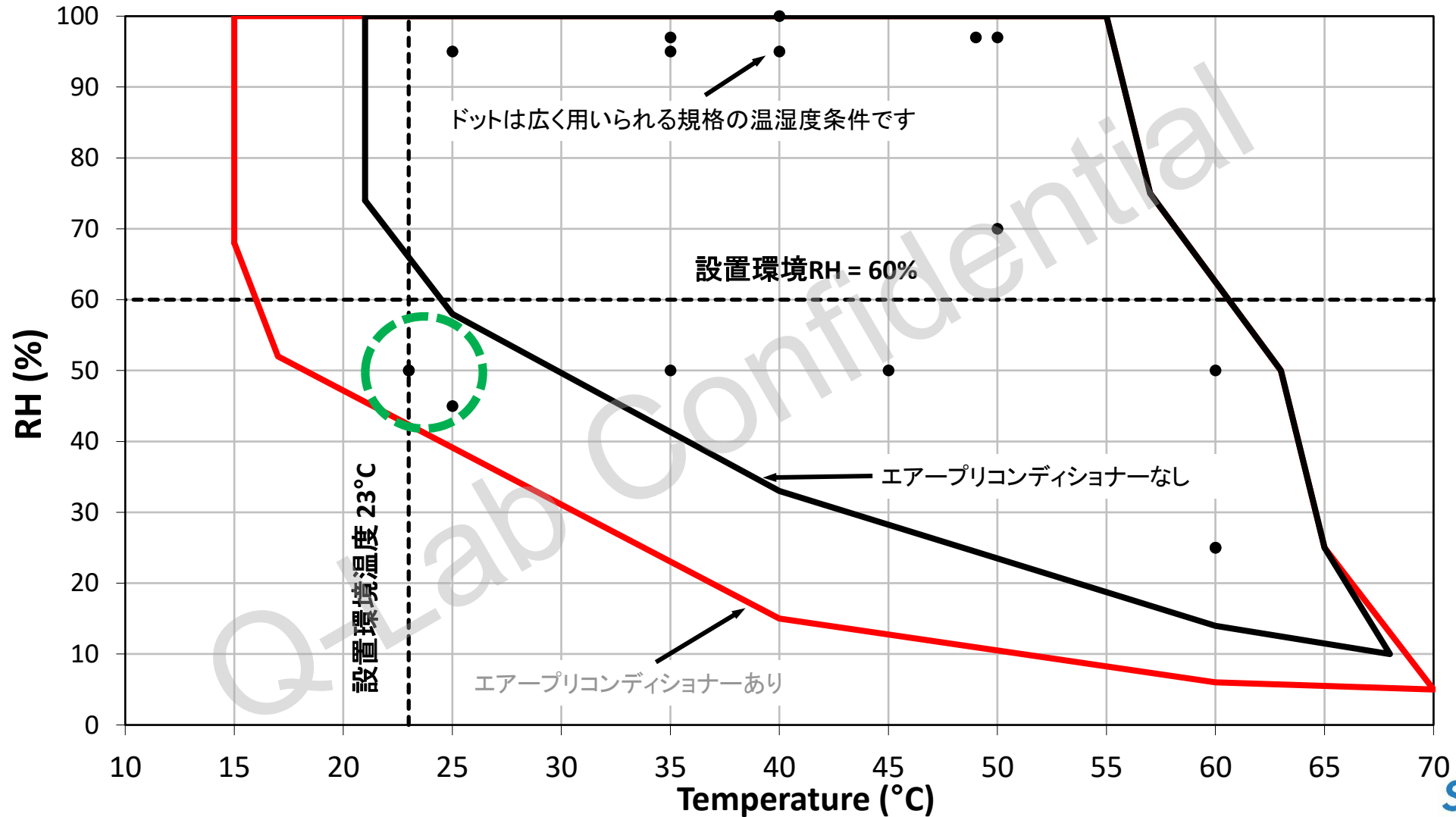
Q-FOG CRHエアプレコンディショナー



- 継続的な乾燥空気を送り込む
- 高温 or 低温
- 制御可能な領域を拡張
- 温度と湿度の精確な制御を可能にする

Sanyo Trading

Q-FOG CRH: 多くの自動車試験規格の試験条件を満たす



Sanyo Trading

チャンバー内のヒーター



フラットプレートヒーター
(標準ヒーター)



ラピッドランプヒーター
(急速温湿度制御ヒーター)

Sanyo Trading

Q-FOG CRH適合試験規格

試験規格	標準モデル	ラピッドランプヒーター
JASO M609		✓
CCT-C		✓
CCT-I		✓
CCT-IV		✓
Renault D17-2028 (ECC1)	✓	✓
Volvo VCS 1027, 149 (ACT I)	✓	✓
Volvo VCS 1027, 1449 (ACT II)	✓	✓
GMW 14872	✓	✓

Sanyo Trading

JASO M609

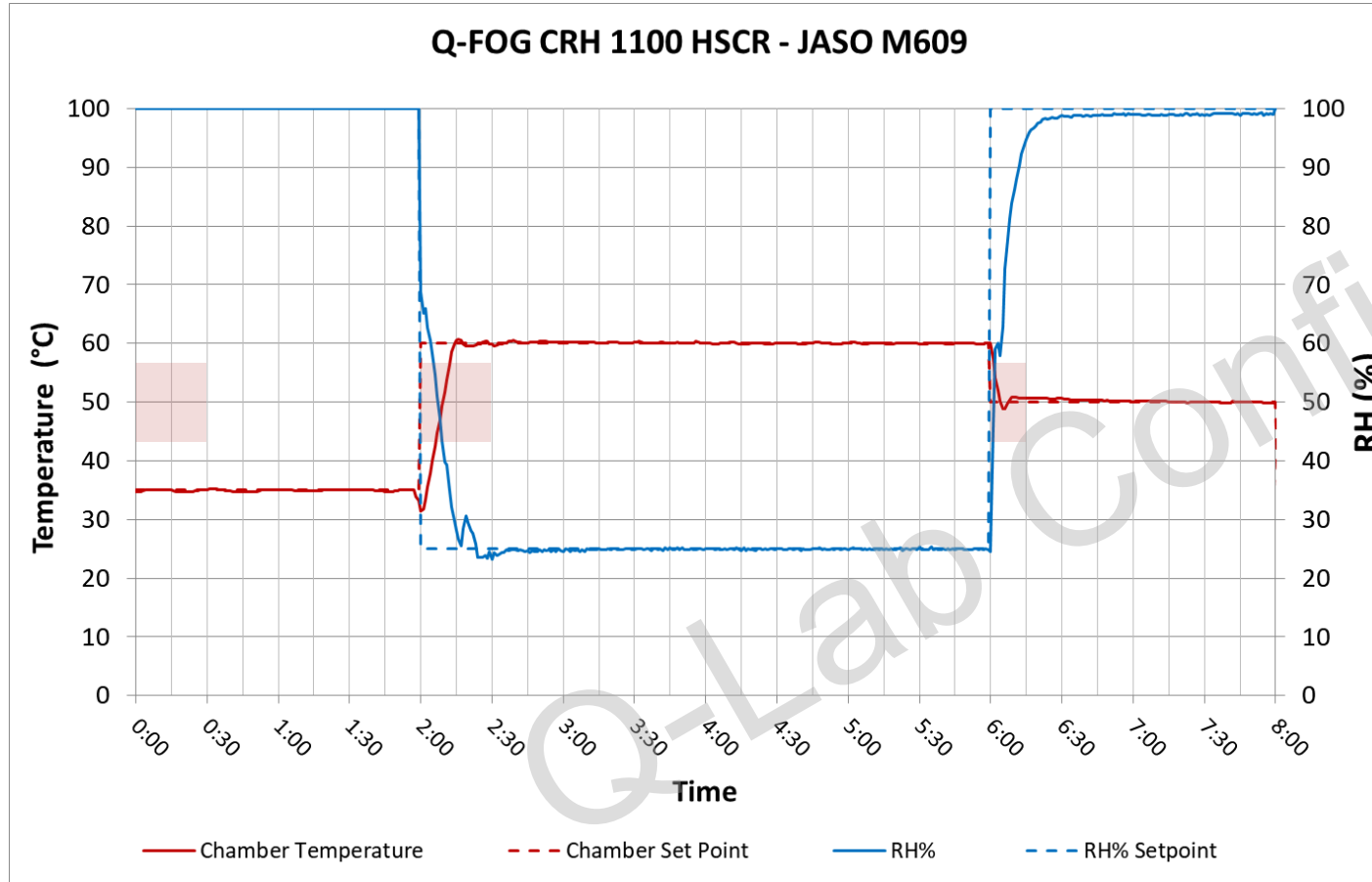
Q-FOG CRH 1100 HSCRは試験片を敷き詰めた状態でJASO M609が要求する移行時間を満たす

JASO M609	モード	移行	移行時間要求	実測温度 移行時間	実測RH 移行時間
	噴霧→乾燥	$35\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 60 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ FOG $\rightarrow < 30\% \text{ RH}$	< 0:30	0:13	0:14
	乾燥→湿潤	$60 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 50 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ $< 30\% \text{ RH} \rightarrow > 95\% \text{ RH}$	< 0:15	0:04	0:15
	湿潤→噴霧	$50 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ $> 95\% \text{ RH} \rightarrow \text{FOG}$	< 0:30	0:06	

Confidential

Sanyo Trading

■JASO M609 (ISO 14993, 11997-1)



Step	Function	Chamber Air Temp (°C)	RH (%)	Step Time (hh:mm)	Ramp
1	FOG	35 °C		2:00	< 0:30
2	RH	60 °C	25 %	4:00	< 0:30
3	RH	50 °C	100 %	2:00	< 0:15

- チャンバー容積 – 1100 L
- 試験片 – 250枚 (3" x 6" スチールパネル)
- 噴霧溶液 – 5% NaCl溶液
- 設置環境温度 – 28-30 °C

Confidential

Sanyo Trading

まとめ

- 腐食は、塗料、亜鉛めっき、および陽極酸化などで防止しようとする大きな問題
- 現代の腐食試験法は、これらの技術を評価するために用いられている
 - 塩水噴霧と環境試験の組み合わせ
 - 温度/RH線形移行を用いた精確なRH制御
- 噴霧とシャワーの両方を含む様々な試験が運用されている
- Q-FOG CRH-HSCRモデルは、安定した試験条件、制御された移行を実現し、JASO M609のような要求の厳しい自動車試験にも対応可能

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：

Sanyo Trading

三洋貿易株式会社
ライフサイエンス事業部 科学機器部
宮澤 英輝 (Hideki Miyazawa)

Tel: 070-8684-0369

Email: h-miyazawa@sanyo-trading.co.jp

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

Sanyo Trading