

腐食促進試験の国際標準化と 試験機の開発

2022年11月11日(金)



SUGA スガ試験機株式会社

代表取締役社長

須賀 茂雄

スガ試験機 概要

スガ試験機 本社

創業 : 1920年(大正9年)1月28日

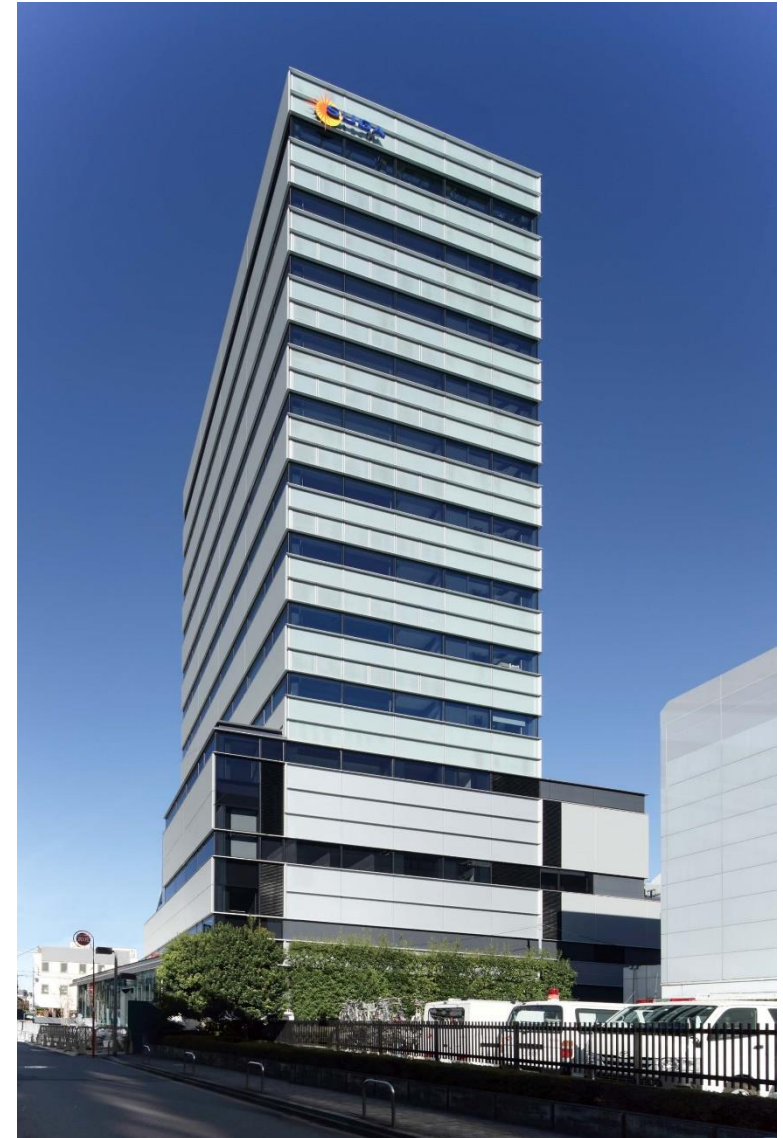
代表取締役社長 : 須賀茂雄

本社 : 東京(新宿)

工場 : 埼玉(日高・川越)

支店 : 名古屋、大阪、広島

Webサイト : <https://www.sugatest.co.jp>



日高・川越工場(埼玉県日高市・川越市)



試験機を一貫生産

スガ試験機の主な製品分野

耐候



促進耐候性試験機

- ・ウェザーメーター
- ・フェードメーター

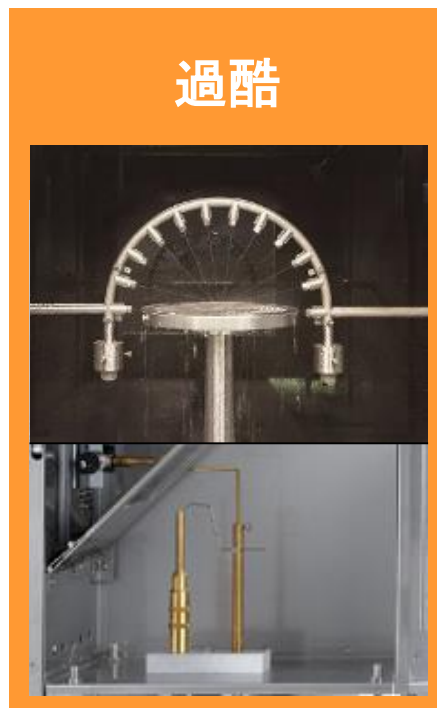
腐食



腐食促進試験機

- ・塩水噴霧試験機
- ・複合サイクル試験機
- ・ガス腐食試験機

過酷



過酷環境試験機

- ・オゾン試験機
- ・耐水試験機
- ・耐塵試験機
- ・飛石試験機
- ・摩擦試験機
- ・燃焼性試験器

色彩



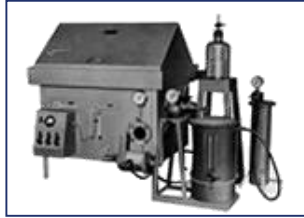
色彩測定器

- ・カラーメーター
- ・グロスメーター
- ・ヘーズメーター
- ・写像性測定器

スガ試験機 概要

スガ試験機の歴史

腐食



塩水噴霧試験機
完成

国際標準化

ISO/TC38/SC1
(繊維)審議に参画



1969年ISO/TC61(プラスチック)

おかげさまで創業100周年



創業100周年

創業

1920

1952

1956

1957

1958

2014

2020

ウェザーメーター完成
(カーボン式)



耐候

カラーメーター
(三刺激値測色計)
完成



光学特性

経済産業省
「グローバルニッチトップ
企業100選」選定



1. はじめに

スガ試験機が参画している国際標準化のご紹介

2. IECの腐食促進試験

2.1 IEC 60068-2-11の改正(ISO 9227との整合)

2.2 IEC 60068-2-52の改正

2.3 IEC 60068-2-60の改正

3. 最近の国際標準化の動向と試験機開発

参画している主な国際標準化機関

ISO

国際標準化機構

International Organization for Standardization

IEC

国際電気標準委員会

International Electrotechnical Commission

ASTM

米国材料試験協会

American Society for Testing and Materials

(現在はASTM International)

AATCC

米国繊維化学技術・染色技術協会

American Association of Textile Chemists and Colorists

CIE

国際照明委員会

International Commission on Illumination

参画している国際標準化機関と分類

標準化機関	分類	
ISO	TC35	Paints and varnishes
	TC38	Textiles
	TC42	Photography
	TC45	Rubber and rubber products
	TC61	Plastics
	TC79	Light metals and their alloys
	TC107	Metallic and other inorganic coatings
	TC156	Corrosion of metals and alloys
IEC	TC89	Fire hazard testing
	TC104	Environmental conditions, classification and methods of test
ASTM	D01	Paint and related Coatings, Materials and Application
	G01	Corrosion of Metals
	G03	Weathering and Durability
	E12	Color and Appearance
AATCC	RA36	Color Measurement Test Methods
	RA50	Light fastness and Weathering Test Methods
	RA64	Weather Resistance Test Methods
CIE	TC2-88	Standard Reference Solar Spectra for Industrial Applications



: 腐食促進試験に関連するTC (Technical Committee)

腐食促進試験に関する各TCへ参画

- スガ試験機は、

1974年 ISO/TC107(めっき)

1977年 ISO/TC79(軽金属)

1988年 ISO/TC156(金属腐食)

2008年 ISO/TC35(塗料)

2012年 IEC/TC104(環境条件、分類及び試験方法)

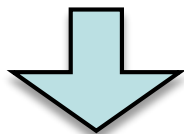
2016年 ASTM G01(金属の腐食)

腐食促進試験に関連するTCに横断的に参画しています。



なぜ国際標準化に参画しているのか？

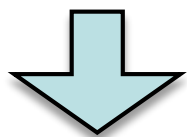
- 規格間の不整合をなくし、**規格の使用者が混乱しないようにする。**
- 不明確な規定を明確にし、**誰が実行しても一定の試験ができるようにする。**



わかりやすい表現を常に考えて、規格づくりに反映しています。

なぜ国際標準化に参画しているのか？

- 日本にも有効な試験方法がたくさんある。
その試験方法の国際標準化を目指すのは産業界にとっていいこと。



ローカルルールではなく世界に通用するものにするべく、日本からの発信としてウェザリング試験に関わる提案を積極的に行っています。

1. はじめに

スガ試験機が参画している国際標準化のご紹介

2. IECの腐食促進試験

2.1 IEC 60068-2-11の改正(ISO 9227との整合)

2.2 IEC 60068-2-52の改正

2.3 IEC 60068-2-60の改正

3. 最近の国際標準化の動向と試験機開発

IEC規格に基づく試験要求の増加

1. 電気自動車

- 電装品や車載電子機器の試験として、LV124(ドイツ自動車業界規格)などにIEC規格の塩水噴霧試験、複合サイクル試験、混合ガス腐食試験が規定されている

2. スマートフォン他モバイル機器

- 耐水・耐塵性能の評価に、IEC規格に基づく保護等級(IPコード)が用いられている

3. 自動化技術(センサーデバイス): 自動運転

- 自動化のためのセンサーデバイス類の評価に、IEC規格が用いられている

IEC/TC 104

Environmental conditions, classification and methods of test

電子部品の環境条件分類及び環境試験方法に関する委員会。

電子部品の腐食促進試験規格を規定しているが、**長らく改正されておらず、他の国際規格との整合が取れていなかった。**

- IEC 60068-2-11 (塩水噴霧試験) : **1981年** (第3版)
- IEC 60068-2-52 (複合サイクル試験) : **1996年** (第2版)
- IEC 60068-2-60 (混合ガス試験) : **1995年** (第2版)

スガ試験機は**2012年より**IEC/TC104に参画し、プロジェクトリーダーを務め、塩水噴霧・複合サイクル・混合ガス試験規格の改正審議に着手した。

1. はじめに

スガ試験機が参画している国際標準化のご紹介

2. IECの腐食促進試験

2.1 IEC 60068-2-11の改正(ISO 9227との整合)

2.2 IEC 60068-2-52の改正

2.3 IEC 60068-2-60の改正

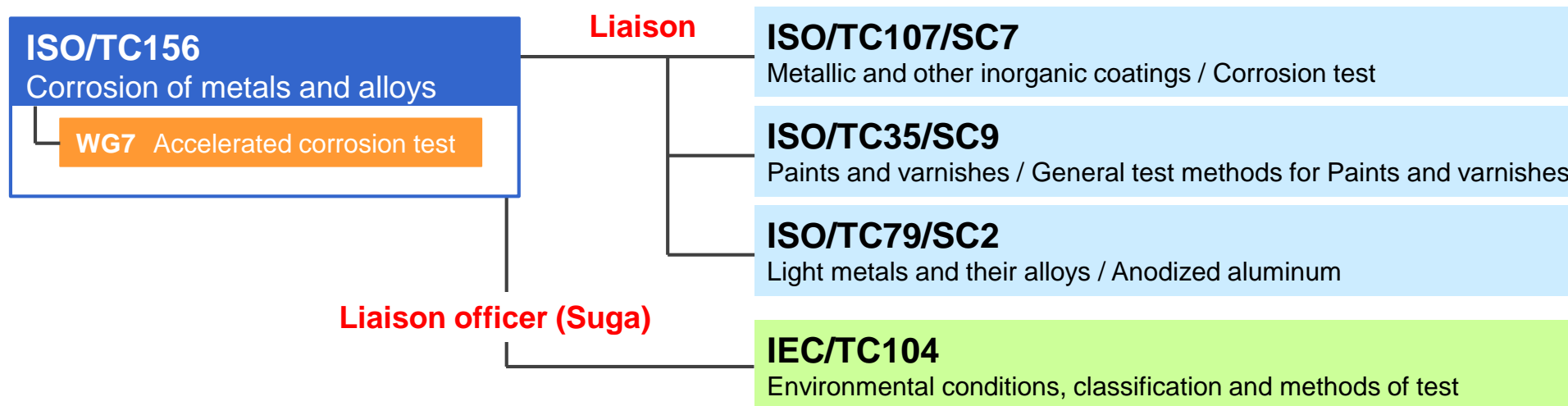
3. 最近の国際標準化の動向と試験機開発

ISO/TC 156/WG 7

Corrosion of metals and alloys / Accelerated corrosion tests

TC156: 金属及び合金の腐食の標準化を目的とする委員会。

WG7: 「腐食促進試験」の標準化を行っている。



TC 専門委員会 (Technical committee)

SC 分科委員会 (Subcommittee)

WG 作業グループ (Working group)

主な連続塩水噴霧試験規格

ASTM B117, Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus

ASTM G01 最も歴史のある塩水噴霧試験規格。

ISO 9227, Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests

ISO/TC156/WG7 1990年に3種の塩水噴霧試験(中性塩水、酢酸酸性塩水、キヤス)の規格を統合して発行された国際規格。

IEC 60068-2-11, Environmental testing - Part 2-11: Tests - Test Ka: Salt mist

IEC/TC104 電子部品の塩水噴霧試験規格。

IEC 60068-2-11:1981

Environmental testing - Part 2-11: Tests - Test Ka: Salt mist

1981年(第3版)以降改正がなかった。

ISO 9227:2017

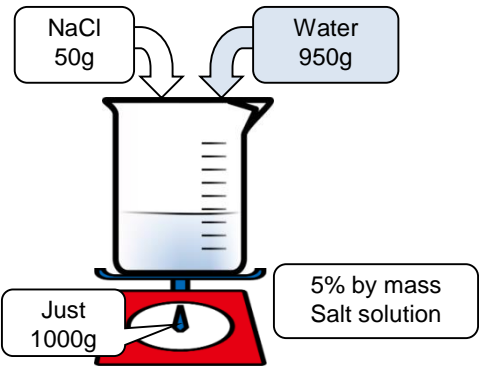
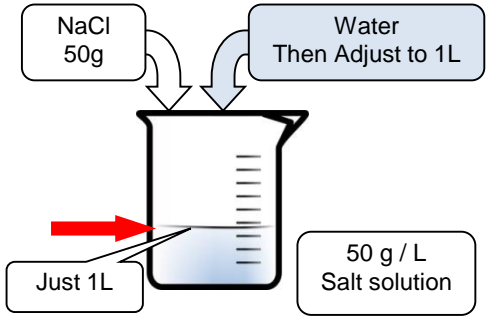
Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests

1990年の第1版発行後、2006年(第2版)、2012年(第3版)、2017年(第4版)と改正あり。

⇒ISO 9227:2017と基本的な内容を一致させ、**IEC 60068-2-11:2021**を発行した。

IEC 60068-2-11:1981とISO 9227:2017の試験条件比較

①塩溶液の作製方法

	IEC 60068-2-11:1981	ISO 9227:2017
規定	“5 ± 1 % by weight” Weight per Weight (w/w)	“... a concentration of 50 g/l ± 5 g/l” Weight per Volume (w/v) Specific gravity is 1.029 to 1.036 at 25 °C
塩溶液の作製方法	NaCl 50g ± 10g + Distilled or demineralized water 950g 	NaCl 50g ± 5g + Distilled or deionized water (Adjust to 1L) 
塩濃度	5 %(w/w) 50g / 1000g = 0.05 w/w = 5%(w/w)	5 %(w/v) 5% / 1.0325 = 4.84%(w/w) (5±0.5%以内) Assuming gravity is 1.0325.

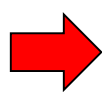
➡ w/wは重量を測る必要があり、手間であった。

IEC 60068-2-11:1981とISO 9227:2017の試験条件比較

②塩化ナトリウムの規定(抜粋)

	IEC 60068-2-11:1981	ISO 9227: 2017
純度 (NaCl)	不純物: <math><0.3\%</math> (純度: >99.7%)	不純物: <math><0.5\%</math> (純度: >99.5%)
固結防止剤	—	— (注記: 固結防止剤を含む塩化ナトリウムは、腐食の促進剤または抑制剤として作用する可能性がある。)
重金属 [Cu(銅), Ni(ニッケル), Pb(鉛)]	—	<math><0.005\%</math>

(表中、— は規定なし)



試験結果に影響を与える固結防止剤や重金属に関する記載がないなど
内容が古かった。

IEC 60068-2-11:1981とISO 9227:2017の試験条件比較

	IEC 60068-2-11:1981	ISO 9227:2017
③試験片角度	通常の使用位置	20° ± 5°
④本試験前の確認	最低16時間	最低24時間
⑤装置の再現性能の検証 (腐食照合試験片)	規定なし	規定あり

➡ ISO 9227で規定の重要な項目が規定されていなかった。

IEC 60068-2-11:2021改正点まとめ

IEC/TC104/MT16東京会議(2017年12月)で日本より改正提案を行い、2021年3月に**約40年ぶり**の改正となる第4版が発行された。

主な改正点

①塩溶液の作製方法	ISO 9227:2017と同様に w/v で規定
②塩化ナトリウムの規定	ISO 9227:2017と整合(不純物<0.5%, 固結防止剤への注記, 重金属<0.005%を追加)
③試験片角度	規定のない場合 20°±5° , 組立品や筐体の場合は通常用いられる角度と同じとした。
④本試験前の確認	最低 24時間 に整合。また、前回の試験から試験間隔が5日以内の場合、当事者間で合意すれば確認不要。
⑤装置の再現性能の検証	ISO 9227:2017と同じ 腐食照合試験片を用いた方法をAnnex Bに規定。

2022年現在、ISO 9227:2017を改正中(FDIS投票終了)

2019年から、ISO/TC156/WG7でISO 9227の改正審議開始。

現在FDIS投票が終了し、近日改正版(第5版)発行見込み。

1. はじめに

スガ試験機が参画している国際標準化のご紹介

2. IECの腐食促進試験

2.1 IEC 60068-2-11の改正(ISO 9227との整合)

2.2 IEC 60068-2-52の改正

2.3 IEC 60068-2-60の改正

3. 最近の国際標準化の動向と試験機開発

IEC 60068-2-52:1996

Environmental testing - Part 2: Tests - Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium, chloride solution)

電子部品に対する複合サイクル試験の規格で、1996年の第2版以降改正が無く、他の規格との整合性の面で主に次の課題があった。

① 塩水噴霧時の試験温度: 15~35°C

- 実際には、ISO 9227と同様に35°Cで試験している例が多かった。
- 一方、日本では15°Cに対応が必要との解釈も存在した。

② 塩溶液の作製方法

- IEC 60068-2-11と同様にw/wで規定されており、手間が掛かった。

IEC 60068-2-52:1996 Severities 1~6

③試験サイクル

- Severities 1~6が規定されていた。厳しさの順位が疑問であった。

Severities	試験サイクル	サイクル回数(日数)	使用用途
Severity 1		4 cycles (28 days)	海洋環境やその近くで用いられる製品のうち、製品寿命のほとんどをその環境に曝されるものが対象 (船舶用レーダーや甲板装置など)
Severity 2		3 cycles (3 days)	海洋環境やその近くで用いられる製品のうち、通常筐体で保護されているが、時々その環境に曝される恐れのあるものが対象 (ブリッジや制御室内の航海用機器など)
Severity 3		1 cycle (7 days)	通常の使用下で、塩分を含む雰囲気と乾燥雰囲気との間を頻繁に変化する製品が対象 (自動車や自動車部品など)
Severity 4		2 cycles (14 days)	
Severity 5		4 cycles (28 days)	
Severity 6		8 cycles (56 days)	

IEC 60068-2-52の改正

IEC/TC104/MT16で日本より改正提案を行い、2017年11月に約21年ぶりの改正となる第3版が発行された。

改正内容	第2版(1996年)	第3版(2017年)
①塩水噴霧時の試験温度	15~35°C	35±2°C
②塩溶液作製	Weight per Weight (w/w)	Weight per Volume (w/v)
③試験サイクル	Severities 1~6	Test methods 1~6 + Test method 7 (ISO 14993) Test method 8 (ISO 16151)

IEC 60068-2-52:2017の試験方法

Test methods	試験サイクル	推奨サイクル回数(日数)	使用用途
Test method 1		4 cycles (28 days)	海上環境、海浜環境にて製品寿命のほとんどをその環境で曝されるものを対象
Test method 2		3 cycles (3 days)	海上環境にて曝される恐れのあるものを対象として、通常は制御室や橋梁によって保護されているもの
Test method 3		1 cycle (7 days)	通常の使用の下で、塩分を含む雰囲気と乾燥雰囲気との間で頻繁に変化する製品、例えば自動車およびその部品に使用できる
Test method 4		2 cycles (14 days)	
Test method 5		4 cycles (28 days)	
Test method 6		8 cycles (56 days)	
Test method 7		3, 6, 12, 30, 45, 60, 90, 150, 180 cycles (1, 2, 4, 10, 15, 20, 30, 50, 60 days)	自動車やその部品を含む多くの材料の一般的な腐食試験として使用できる
Test method 8			

※Test method 7: 中性塩水
 Test method 8: 酸性雨 (NaCl 50g/L + H₂SO₄+HNO₃)

1. はじめに

スガ試験機が参画している国際標準化のご紹介

2. IECの腐食促進試験

2.1 IEC 60068-2-11の改正(ISO 9227との整合)

2.2 IEC 60068-2-52の改正

2.3 IEC 60068-2-60の改正

3. 最近の国際標準化の動向と試験機開発

IEC 60068-2-60:1995

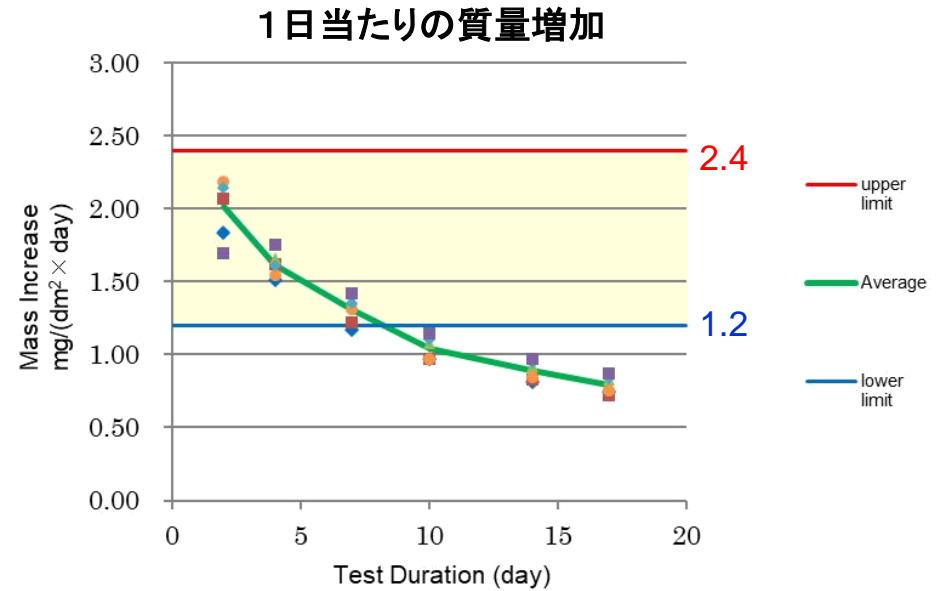
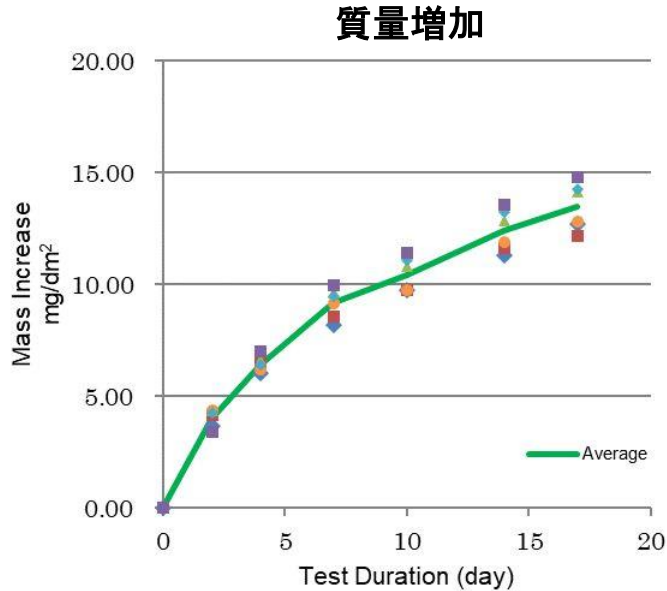
Environmental testing - Part 2-60: Tests - Test Ke: Flowing mixed gas corrosion test

電子部品のコネクタ端子などの接点部の腐食性ガスに対する腐食挙動の評価に用いられる試験方法。1995年以降約17年改正が無く、日本から改正提案を行った。

試験の種類	ガスの種類・濃度	温度・湿度	試験期間	銅クーポンの質量増加
Method 1	SO ₂ 500±100 ppb H ₂ S 100±20 ppb	25±1 °C 75±3 %rh	4, 7, 10, 14, 21日	1.0~2.0 mg/(dm ² × day)
Method 2	H ₂ S 10±5 ppb NO ₂ 200±50 ppb Cl ₂ 10±5 ppb	30±1 °C 70±3 %rh	4, 7, 10, 14, 21日	0.3~1.3 mg/(dm ² × day)
Method 3	H ₂ S 100±20 ppb NO ₂ 200±50 ppb Cl ₂ 20±5 ppb	30±1 °C 75±3 %rh	4, 7, 10, 14, 21日	1.2~2.2 mg/(dm ² × day)
Method 4	SO ₂ 200±20 ppb H ₂ S 10±5 ppb NO ₂ 200±20 ppb Cl ₂ 10±5 ppb	25±1 °C 75±3 %rh	4, 7, 10, 14, 21日	1.2~2.4 mg/(dm ² × day)

IEC 60068-2-60改正 銅クーポンの暴露期間

Method 4 (4種ガス混合)による銅クーポンの試験結果



1995年版では、銅クーポンは「試験期間中、試験片と共に暴露しなければならない」と規定されていた。しかし、試験の結果、銅クーポンの1日あたりの質量増加は試験時間の経過と共に減少することがわかった。

2013年7月の会議で、銅クーポンの暴露期間は**最初の4日間**と決まった。

IEC 60068-2-60改正

改正を進め、2015年に**約20年ぶり**の改正となる第3版が発行された。

主な改正事項	IEC 60068-2-60:1995		IEC 60068-2-60:2015
①銅クーポン	「銅クーポンは試験期間中、試験片と共に暴露しなければならない」		「銅クーポンは試験期間中、 最初の4日間 試験片と共に暴露しなければならない」と変更*
②温湿度条件	Test method 1	25±1°C,	Test method 1～4全て温湿度は従来のまま。ただし、 「 当事者間の協定により、異なる温湿度条件“40°C, 80%rh”を使用してもよい 」をNOTEとして追加
	Test method 4	75±3%rh	
	Test method 2	30±1°C, 70±3%rh	
	Test method 3	30±1°C, 75±3%rh	

*「必要であれば、試験期間中にさらに4日間、銅クーポンを暴露することができる」と記載あり

改正の今後の課題

IEC 60068-2-11、IEC 60068-2-52、IEC 60068-2-60いずれも、規格使用者がより試験を行いやすくするために、改正の必要がある。

現在、基礎的なデータを収集中。基礎データを積み上げて、より再現性の高い試験規格を目指し、改正提案準備中。

1. はじめに

スガ試験機が参画している国際標準化のご紹介

2. IECの腐食促進試験

2.1 IEC 60068-2-11の改正(ISO 9227との整合)

2.2 IEC 60068-2-52の改正

2.3 IEC 60068-2-60の改正

3. 最近の国際標準化の動向と試験機開発

①実環境における錆の再現：複雑な複合サイクル試験の考案

実環境における錆を正確に再現するという目的から、複雑な試験条件の複合サイクル試験が考案され、国際規格化が進んでいる。

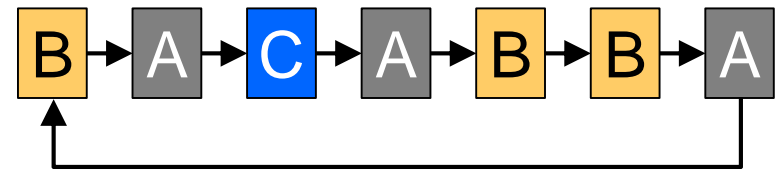
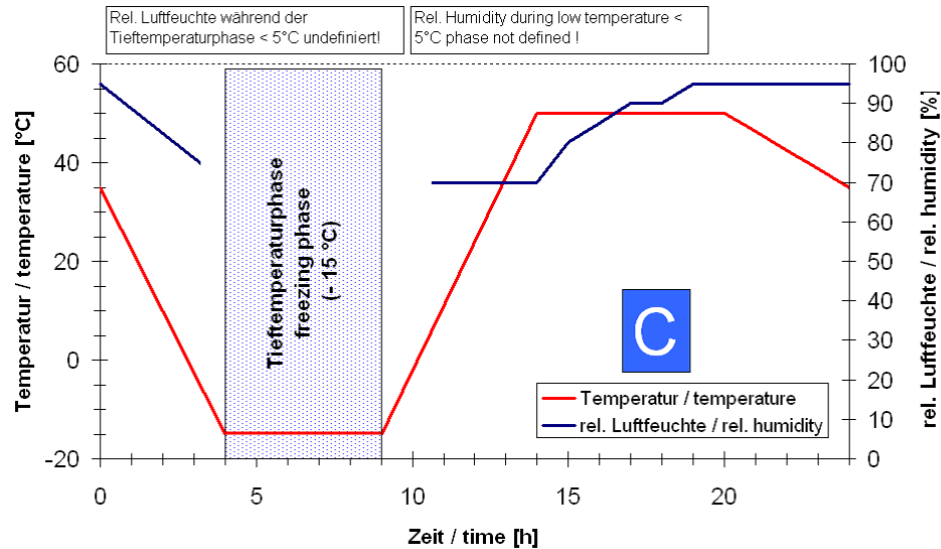
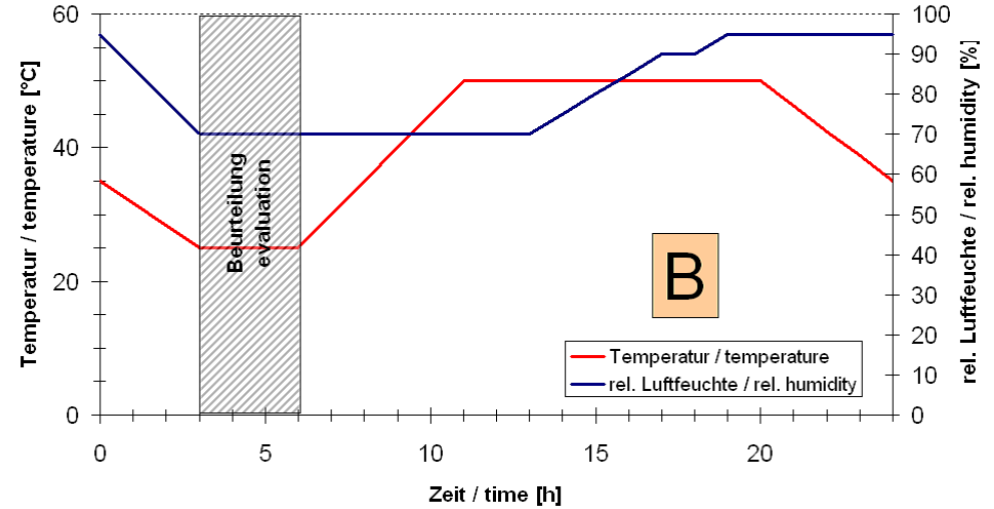
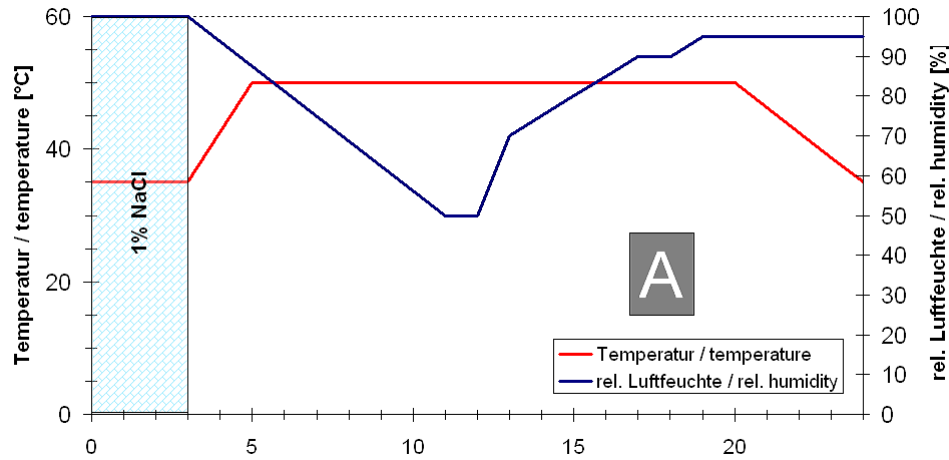
例：VDA複合サイクル試験：VDA 233-102

VDA (Verband der Automobilindustrie:ドイツ自動車工業会) の複合サイクル試験

- VDA 621-415 (1982)
 - Testing of Corrosion Protection of Vehicle Paint by Alternating Cycles Test
- VDA 621-415B (2010)
 - Advanced test methods for coating structures & performance
- **VDA 233-102 (2013)** (New VDAと呼ばれる)
 - Cyclic corrosion testing of materials and components in automotive construction

最近の国際標準化の動向と試験機開発

VDA 233-102 24hサイクルA~C



- 3種類の24hサイクルを組み合わせ、1週間(7日間)を1サイクルとする。

ISO 11997-3:2022

Paints and varnishes — Determination of resistance to cyclic corrosion conditions — Part 3: Testing of coating systems on materials and components in automotive construction

ISO/TC35(塗料およびワニス)/SC9(塗膜の一般試験方法)/WG31
でドイツより**VDA233-102試験のISO化提案**。

自動車に用いられる塗装基材(車体および搭載部品)の評価のための試験方法として、2022年7月に発行された。

②様々な試験対象物の評価の提案

- 特に電子機器の分野において、板状の試験片のみならず、実際の電子機器やその電子部品が実際に使用される環境(筐体内)を模擬した状態で、腐食促進試験を行う例が増えている。
- しかし、現在の腐食促進試験の国際規格では、様々な形状のコンポーネントや複合材料をどのように評価するか、という観点が反映されていない。

本日のまとめ

- 不明確な規定や同種の規格間の不整合を解消し、誰もが再現性のある結果を得られるような規格の制定・改正が重要。
- ウェザリング試験に関わる国際標準化への積極的な参画が必要。
- 近年実環境との相関を得るために、複雑な環境条件を要求する試験方法が増えており、その試験方法を正確に行う装置開発が重要。
- 試験機はあくまでツールですので、試験片をどのように置くなどの具体的な運用は、試験を行う当事者間でよく取り決めておくことが重要。



ご清聴ありがとうございました。

2022年11月11日(金)

スガ試験機株式会社

須賀茂雄