

## レポート

国際規格の動向—国際会議に出席して—

- ・ ISO/TC156 (金属及び合金の腐食)/WG7 (腐食促進試験) Web 会議

## 特集

- ・ 光学測定器 特殊製品のご紹介

## 新製品紹介

- ・ 摩擦試験機 FR-G 型

## 腐食基礎講座

- ・ 腐食促進試験の歴史と発展 (1)

## 技術レポート

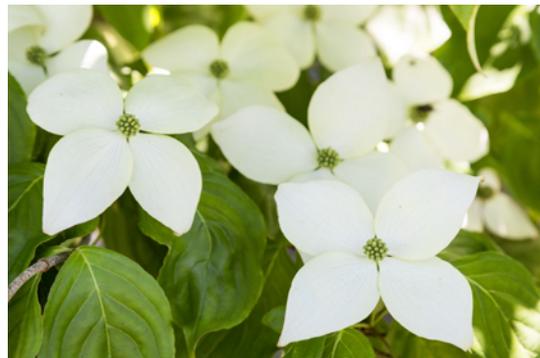
- ・ 太陽エネルギーの観測結果  
2020 年 1 月～ 3 月

## 関連団体トピックス

- ・ スガウエザリング技術振興財団  
第 38 回表彰・第 39 回研究助成先決定

## トピックス

規格ニュース、文献ニュース



日高・川越工場の山法師

# 国際規格の動向—国際会議に出席して— 須賀茂雄

## ISO/TC156 (金属及び合金の腐食) WG7 (腐食促進試験) Web 会議

開催日:2020年6月2日

場所:Web 開催

参加国:韓国・中国・チェコ・スウェーデン・フランス・ドイツ・アメリカ・イギリス・日本 9ヶ国 31名

### (1) ISO 9227(塩水噴霧試験)

1月に当社須賀より、昨年提案の噴霧採取容器を試料が置かれる位置にする案が回送され、ドイツからコメントが来ていた。会議ではコメントを議論し、須賀を PL としてコメントを反映した CD を 8月1日までに作成し、8週間の投票を行う。

### (2) Condensation test(湿潤試験)

Kreislova 氏から説明があった。タイトルの修正や試験槽容量について日本・ドイツからコメントがあり、コメントを反映した WD、Form 4 を 10月1日までに準備する。

### (3) ISO 16701(温湿度制御下での複合サイクル試験)

Mats Ström 氏から進捗報告があった。定期見直しの期限は9月2日である。

### (4) New CCT Method(日本提案の複合サイクル試験)

峯田氏(三輪氏より変更)より、昨年に引き続き New CCT Method の紹介があり、実環境との相関性が良い結果であると説明があった。溶液の作成が複雑、データが少ないといった議論があった。NWIP 提出前に科学的根拠やメリットを提出し、特許の取り扱いも含め再度議論を必要とする。

### (5) ISO 10062(ガス腐食試験)

定期見直しで須賀から腐食性ガスに関して安全性注意喚起の追加提案がされた。須賀が PL となって minor revision として DIS を準備し、次回 WG7 会議で議論する。

(6) ISO 11474(間歇塩水スプレによる屋外暴露試験方法) 定期見直しの結果、Confirm とした。

### (7) ISO/CD 11997-3 (VDA 233-102 サイクル試験)

ISO / TC35 / SC9 / WG31 で行われている ISO/CD 11997-3 について Convenor より説明があった。TC156 より Convenor が WG7 の liaison officer として任命され、TC156 より意見を出すことになった(7月9日投票期限)。

### (8) NWIP E-CCT (Electrochemical Cyclic Corrosion Test)

Kim 氏より説明があり、これは自動車部品などの塗装製品に対してアノード分極による素地の溶解促進とカソード分極による塗膜の劣化促進を中心としたサイクル試験である(7月23日投票期限)。

(9) 2020年までの Convenor 任期となっていた Johan Tidblad 氏の 2023年まで任期延長が認められた。

次回は、ISO/TC156 本会議に合わせて開催予定。



Zoom 会議中の風景

< ISO 規格発行までの手順 >		
予備段階	PWI	Preliminary Work Item (Project)
提案段階	NP	New Proposal for a work item
作成段階	WD	Working Draft
委員会段階	CD	Committee Draft
照会段階	DIS	Draft International Standard
承認段階	FDIS	Final Draft International Standard
発行段階	IS	International Standard

[ NWIP :New Work Item Proposal ]

# 光学測定器 特殊製品のご紹介

編集部

様々な形状の試料や製造ライン上の材料をそのまま測定。

当社では製品材料の外観評価(カラー、グロス、ヘーズ)を行う光学測定器について、お客様の試料や測定方法のご要望に応じて設計した製品を製作しております。今回はその特殊製品の一例をご紹介します。

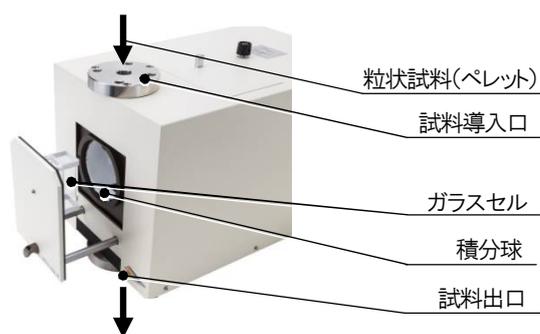
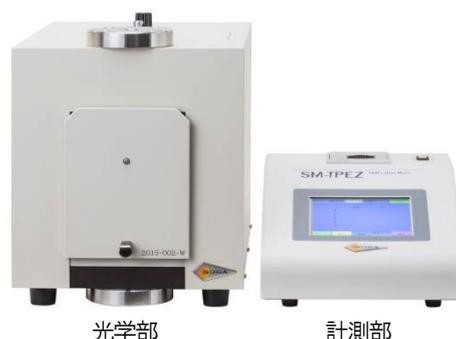
## カラーメーター SM-TPEZ 型※

### ■概要

プラスチックペレットなどの粒状試料の測定に適した、三刺激値直読方式のカラーメーターです。粒状試料を積分球内のガラスセルに導入するための口を持ち、試料導入口にフランジが付いています。

### ■特長

1. 試料導入口にフランジが付いており容易に製造ラインに組み込むことができます。外部プログラマブルロジックコントローラなどからの指令で、標準合わせ・測定・測定値の出力も可能です。
2. ガラスセルが汚れた場合、簡単に取り外し・取り付けが可能です。



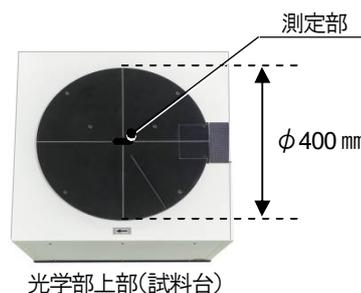
## グロスメーター GS-3KZ 型※

### ■概要

シリコンウェーハの鏡面光沢度を測定できるグロスメーターです。3つの測定角度の鏡面光沢度が評価できます。測定面がフラットで、大きな試料も乗せて測定が可能です。

### ■特長

1. 測定角度は 20°、60°、85°の3角度。
2. 試料を試料台に乗せるだけで測定値が表示されます。JIS Z 8741に準拠した光沢度が測定できます。
3. 試料台には溝が彫られており、溝にピンセットを入れて薄い試料も容易に取り外すことができます。
4. 試料台の直径が約φ400mmで、大型の試料も加工せずそのまま測定できます。



JIS Z 8741: 鏡面光沢度—測定方法

※型式末尾に「Z」が付く製品は、お客様の要求に基づき製作したオーダーメイド製品です。別途仕様のお打ち合わせが必要です。

## ヘーズメーター HZ-LZ 型※



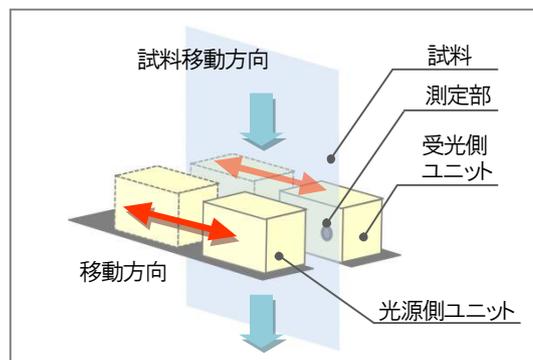
### ■概要

製造ラインを流れるフィルム試料などのヘーズ値および全光線透過率を測定します。直流測光方式を採用し、光源側ユニットで光量変動補償をすることで、長時間安定した測定が可能です。測定値は計測部に表示し、出力することができます。本装置は、お客様の製造ラインに合わせた最適な仕様で設計、製造いたします。

### ■特長

1. 光学部に付属した駆動装置により、試料上を移動しながらの測定が可能です。
2. 外部プログラマブルロジックコントローラによる制御および測定値の出力が可能です。
3. 光学条件は JIS K 7105 に準拠しています。

JIS K 7105: プラスチックの光学的特性試験方法(廃止)



## ヘーズメーター HZ-TZ 型※



### ■概要

ガラス、プラスチックなどの透明体のヘーズ値、全光線透過率、拡散透過率、平行光線透過率の測定が行えます。大きな試料を外光の影響を受けずに測定できます。

### ■特長

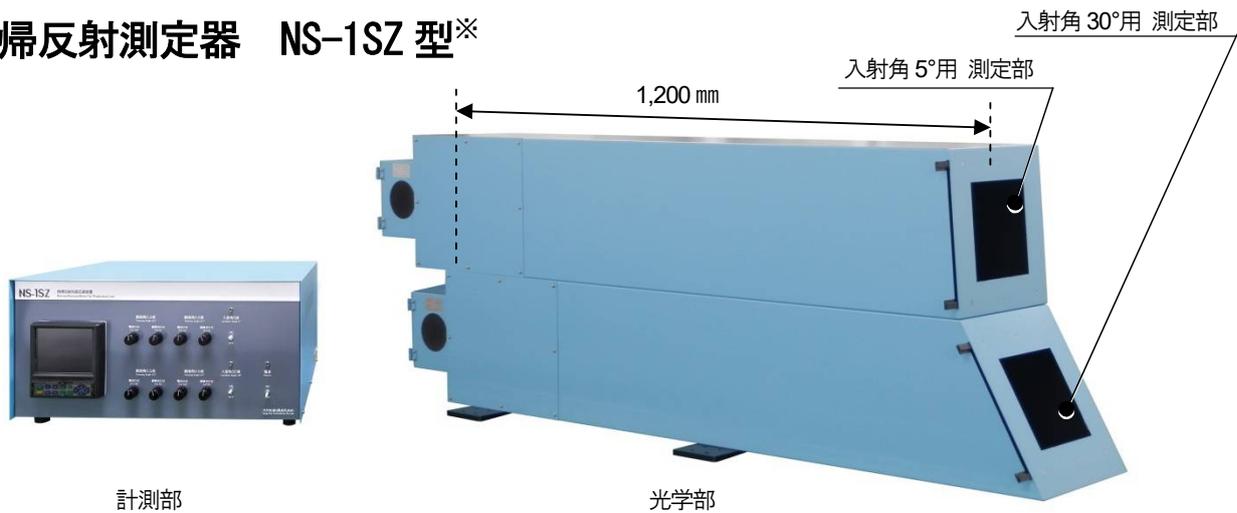
1. 試料寸法は、最小φ30mm から最大幅 1,650mm、最大厚さ 100mm で任意の点が測定できます。
2. 大きな試料の測定に便利なフットスイッチ付きです。
3. 光学条件は JIS K 7136、JIS K 7105 に準拠しています。

JIS K 7136: プラスチック透明材料のヘーズの求め方

JIS K 7105: プラスチックの光学的特性試験方法(廃止)

※型式末尾に「Z」が付く製品は、お客様の要求に基づき製作したオーダーメイド製品です。別途仕様のお打ち合わせが必要です。

## 再帰反射測定器 NS-1SZ 型※



### ■概要

車両用反射器、反射安全標識板、自動車用非常警告反射器などに光をあて、光源方向へ反射する性能(再帰反射)を測定します。製造ライン上の反射シートの再帰反射性能を連続記録し、測定値はデジタル式記録計に記録します。本装置は、お客様の製造ラインに合わせた最適な仕様で設計、製造いたします。

### ■特長

1. 入射角 5°、30°に対し観測角 0.2°、0.5°での数値を同時に測定可能。
2. 製造ライン上に設置し、連続測定することができます。

### ■仕様

光学条件	入射角:5°、30° 観測角:入射角毎に0.2°、0.5°(同時受光)
光源	ハロゲンランプ 12V 50W(寿命約2,000時間) 2個
測定距離	試料面から受光器入口間 1,200mm
記録計	グラフィックレコーダ
本体寸法	光学部:約幅27×奥行160×高さ55cm 計測部:約幅60×奥行43×高さ30cm
電源	AC 100V 約3A

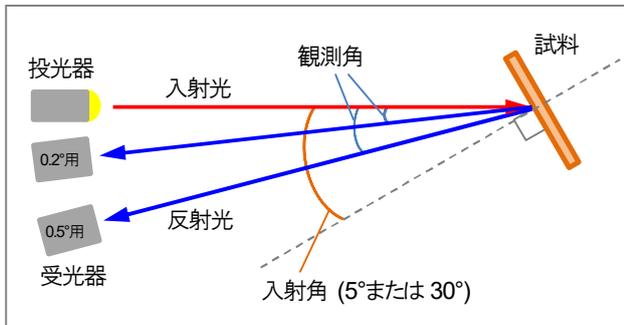
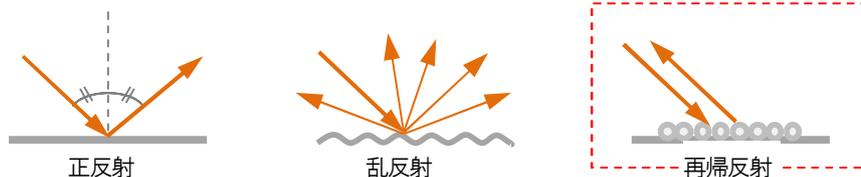


図1 NS-1SZ型の光学部構造(概略図)

### 再帰反射とは

通常、試料が平面な場合、入射した光は入射角に対し正反射し、試料表面が凹凸な場合は様々な方向に反射(乱反射)しますが、試料面に微小なガラスビーズなどが使われた反射材がある場合は、入射した光は入射方向へ帰ります。この反射現象を再帰反射といいます。



※型式末尾に「Z」が付く製品は、お客様の要求に基づき製作したオーダーメイド製品です。別途仕様のお打ち合わせが必要です。

# 摩擦試験機 FR-G 型

\*玉田 宏一

JIS L 0849 II 形法、JIS K 6559-2 準拠の新型。



## ■概要

作業性と安全性を向上させた新型の摩擦試験機 FR-G 型を開発しましたのでご紹介いたします。

本機は、染色された繊維製品の摩擦に対する染色の強さ(染色堅ろう度)を試験するもので、70 年以上前に日本学術振興会で考案され、JIS L 0849(摩擦に対する染色堅ろう度試験方法)のII形(学振形)法として規定されています。世界中で商取引上有用な試験方法として利用されており、現在、Gakushin Test と国際的にも呼ばれています。この学振形摩擦試験方法は現在、日本から ISO 提案しており、ISO 105-X19 として発行段階にあり、今後は更に国際的な商取引に多用されるようになると考えられます。

この試験は、染色された繊維製品を表面半径 200mm の試料台の上に固定し、表面半径 45mm の摩擦子に取り付けた白綿布を上から 2N の荷重で押し当て毎分 30 回の往復速度で 100 回往復摩擦します。すなわち面と面の摩擦ではなく線による摩擦となり、面の形状の影響が少なく再現性の良い方法です。試験結果は、白綿布への色移りを目視または測色計で汚染用グレースケールの何号に相当するか判定します。

## ■特長

### 1. 作業しやすい高さの試料台

本機は試料台の高さを約 65mm まで低くし、作業がしやすい位置に変更しました。試料台の往復運動はモーターによりクランク円盤を回してクランク機構により往復運動に変換しますが、軸の高さを合わせる必要があります。モーターの高さがそのまま試料台の高さに反映されるため、クランク支点と試料台の位置関係を工夫することで試料台を低くしました(図1)。これにより作業しやすい高さとなり、作業机に置いても、試験者が椅子に座って試験機を操作することが可能になりました(実用新案出願中)。

### 2. 駆動部カバー付き

駆動部にはカバーを取り付け、手が触れないように変更しました。さらにカバー上部に平らな面を作り、試験片や白綿布を一時的に置けるようにしました。

### 3. シンプルな制御盤

制御盤には必要最低限のカウンタ、カウントリセットスイッチ、運転・停止スイッチのみにして使いやすくしました。

#### 4. 白綿布をワンタッチで取り付け可能

摩擦子にマグネットを埋め込み、白綿布の取り付け、取り外しを容易にしました。摩擦染色堅ろう度等級は白綿布で結果を判定するため、摩擦子への白綿布の取り付けは重要です。試験中に外れたり、よれたりしては試験が成り立たなくなってしまう。乾燥試験、さらに湿潤試験の場合は摩擦力が強くなるため、特にしっかり取り付けられなければなりません。

本機は摩擦子にマグネットを埋め込み、白綿布を白綿布押えとで挟み込むことで、白綿布がずれるのを防止しながら固定ができます(図2)。これによりワンタッチで白綿布の取り付け、取り外しが確実にできるようになりました(図3)(実用新案出願中)。



図1 使用時



図2 摩擦子のマグネット

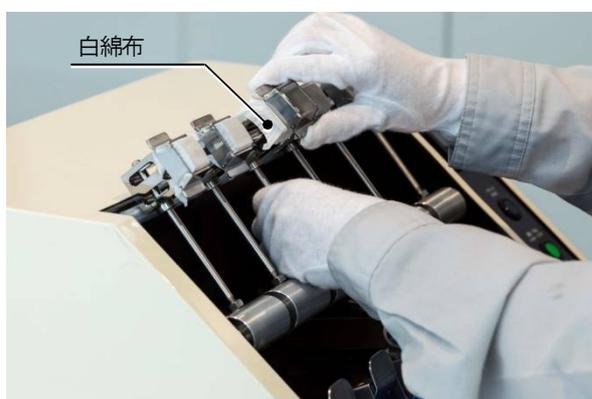


図3 白綿布の取り外し

#### ■規格

- ・JIS L 0849: 摩擦に対する染色堅ろう度試験方法(Ⅱ形法)
- ・JIS K 6559-2: 革試験方法—染色堅ろう度試験—摩擦に対する染色堅ろう度試験—第2部: 摩擦試験機Ⅱ形法
- ・ISO 105-X19: Textiles - Tests for colour fastness - Part X19: Colour fastness to rubbing(Gakushin test method)

#### ■仕様

摩擦子	曲面	表面半径	45mm
		寸法	20×20mm
		試験荷重	2.00±0.03N
試験片寸法、枚数		30×220mm、6枚	
試験片台		表面半径:200mm、寸法:約幅360×奥行160mm、材質:ステンレス製 往復距離:120mm、往復速度:毎分30回	
制御盤		摩擦回数設定器(往復回数表示・設定用)、運転・停止スイッチ、カウンリセットスイッチ (電源スイッチ、終了ブザーON-OFF選択スイッチは装置背面)	
外形寸法		約幅47×奥行56×高さ22cm	
電源容量		単相 100V 約1A	
運転質量		約25kg	

\*製造本部 次長

# 腐食促進試験の歴史と発展(1)

## — 腐食はなぜ起こるか、そしていかにして起こるか —

### 1. はじめに

自然環境における工業材料の劣化現象（ウェザリング）の一種に金属材料の腐食(Corrosion)がある。金属材料の有用性は、その強度、加工性、耐熱性、電気伝導性、経済性と非常に多様である。しかし、実用上の問題点として耐久性と耐食性があげられる。腐食は、金属材料がその周囲の環境との間で生じる物理的・化学的相互作用（主として電気化学的反応）により金属の特性を変化させ、金属が構成する部品並びに製品等に損傷をもたらすことであり、金属材料の耐久性を支配することがある。

本基礎講座では、金属材料並びに表面処理を施した金属材料の腐食特性を評価するために開発された塩水噴霧試験、サイクル試験、ガス腐食試験の歴史と発展について紹介する。その第1回の今回は、腐食の定義から始め、腐食がなぜ起こるかを説明し、さらにウェザリング現象である大気腐食がいかにして起こるかの腐食メカニズムについて述べる。第2回では、大気腐食に影響する個々の要因に関して解説する。

### 2. 腐食とは<sup>1)</sup>

腐食とは、金属材料が環境中の物質と化学反応（主として電気化学的反応）を起こして、環境中に金属イオンを溶出し、表面にその金属の酸化物、水酸化物などを生成、析出させ、変質する現象である。図1に、その過程を例示する<sup>2)</sup>。また場合によっては、表面に腐食孔を形成することもある。

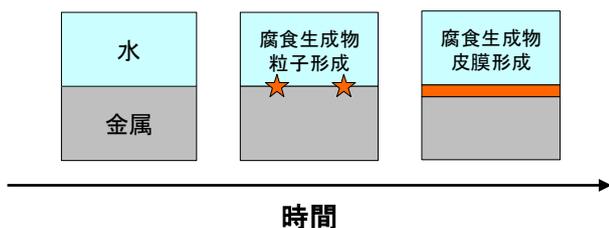


図1 腐食の進行過程

世の中に絶対腐食しない金属材料は存在しない。熱力学の法則では、自由エネルギーが減少する反応は必ず起こるとしている。金属材料が酸素を原因として腐食（酸化）するときの金属の自由エネルギー変化( $\Delta G$ )は、鉄で $-740\text{kJ/mol}$ と負になり、腐食反応が起こる。これは図2の自由エネルギー図に示すように、鉄は酸素と共存すると熱力学的に不安定なので、エネルギーの低い、より安定な酸化物に移ろうとすることを意味する<sup>3)</sup>。金と白金を除いて、一般の金属材料は鉄と同様である。一方金と白金では、その自由エネルギー変化の値は正であり、酸素による腐食反応は起こらない。図3は炭素鋼のライフサイクルを例示する図で、鉄酸化物を含んだ鉄鉱石からの炭素鋼製品製造の過程、そしてその利用、そして環境中での腐食により酸化物、水酸化物に戻るサイクルを示している<sup>4)</sup>。ライフサイクル中の腐食の過程は図2に示したように外部からのエネルギーを必要とせず自発的に進行するが、鉱石から炭素鋼を生産するには外部からの多大なエネルギーを必要とする。

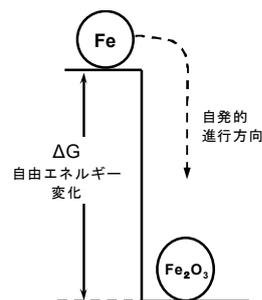


図2 鉄の自由エネルギー変化

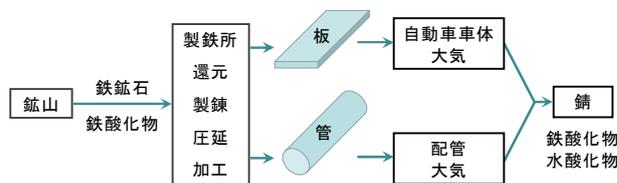


図3 鉄のライフサイクル

ここで、熱力学は腐食速度を議論する学問でなく平衡状態について議論する学問であり、腐食する時期は分からないがいつかは腐食反応が起こることを示すものである。実際、腐食速度を制御して、金と白金以外の金属材料を使用した多くの機器・構造物が製作、使用されている。腐食速度を制御するには、腐食反応の起こり方を仔細に考える必要がある。

一般に大気中では水分がなければ、暴露した炭素鋼の腐食速度は無視できるほど小さい。しかし雨、霧など水分が存在する大気中に炭素鋼を暴露すれば、図4に示すように腐食し錆が発生する。なお水中に炭素鋼を入れれば、同様に腐食し、発錆する。すなわち腐食を起こすには、水の存在が不可欠である。



図4 腐食反応のイメージ

さて水中での炭素鋼の腐食反応はいかにして起こるか。腐食反応は電池内で起こる電気化学的反応と類似している。1791年ガルバーニ(L. Galvani)は、二つの異なる金属棒(鉄と黄銅)をつなぎ合わせ、それぞれの端をカエルの脊髄と神経中枢に触れさせるとカエルの筋肉がけいれんすることから電気エネルギーを発見した。これに刺激を受けたボルタ(A. Volta)は、1800年、図5に示すように銅(Cu)と亜鉛(Zn)をそれぞれ電極にして抵抗の低い導線で接続させ、希硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)の中に入れた。そして電流が流れることを電流計により確認した。これがボルタ電池である。

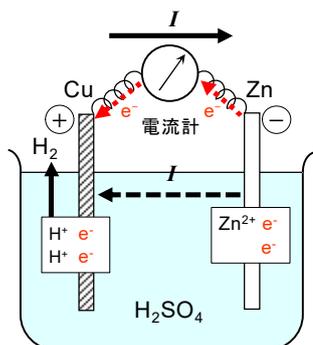


図5 ボルタの電池

銅(Cu)が⊕極(カソードと呼ぶ)で、亜鉛(Zn)が⊖極(アノードと呼ぶ)である。そして希硫酸が電解液、すなわちイオンの移動により電流を流すことができる電解質(この場合、硫酸で硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)と水素イオン(H<sup>+</sup>)を多量に含むイオン伝導体)を溶かした水溶液である。一方、電極と導線は電子(e)の移動により電流を流すことができる電子伝導体である。図6はイオン伝導体と電子伝導体の構成による電流発生条件の形成を示す。このように異種の金属を電気的に接続させ、電解液の中に入れると連続的な電気の流れが得られることになる。このボルタの業績により、電位、電圧の単位としてボルト(V)が使われていることは衆知の通りである。

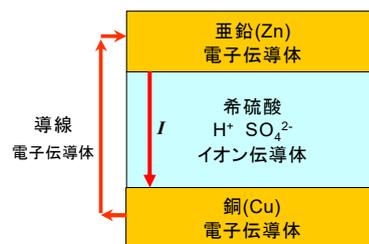


図6 電池回路の構成

現在使用されている乾電池では中心に炭素棒に黄銅の端子をかぶせたカソード、そのまわりに二酸化マンガンを炭素粉とともに塩化アンモニウムと塩化亜鉛の混合水溶液で練り固めた電解液(イオンの移動により電流を流すことができる電解質を溶かした水溶液)を詰め、外側にアノードとなる円筒状の亜鉛板から構成してある。乾電池にリード線を用いて豆電球をつなぐと、電流がカソードから豆電球に流れ点灯する。電流はさらにアノードに達し、電解液を介してカソードに戻る。この電流が流れ出る際に、アノードである亜鉛が溶け、2価のカチオンである亜鉛イオン(Zn<sup>2+</sup>)と電子が2個生成する。これが酸化反応である。一方炭素棒表面では、炭素棒は溶け出さず、電解液中の水素イオンが電子と反応し、水素が発生する還元反応が起こる。この酸化と還元の一対の反応が電気化学的反応であり、これが腐食反応である。乾電池のカソードとアノードの電位差が電池の起電力Eである。起電力Eの電池に抵抗R

のリード線をつないで電流を流すと、流れる電流  $I$  はオームの法則により、(1)式で与えられる。

$$I = E / (R + r) \quad (1)$$

ここで  $r$  は電池自身の抵抗、すなわち内部抵抗である。さてボルタの電池における亜鉛の腐食量は、両極間を流れる電流が大きくなるにつれて増大する。1833年、ファラデー(M. Faraday)は流れる電流と金属の腐食量の間に関係があることを発見した<sup>6)</sup>。これが電流と化学反応が一对一で対応することを示す(2)式のファラデーの電気分解の法則である。

$$\text{金属の腐食量}(g) = k \times \text{電流}(A) \times \text{時間}(s) \quad (2)$$

ここで定数  $k$  は電気化学当量(グラム/アンペア/秒)である。1アンペアの電流が1秒間に運ぶ電気量、すなわち1クーロンの電荷が電極と電解液の界面を移動するとき溶解する電極の金属原子のグラム数である。溶解時の金属イオンの電荷の価数と電気化学当量の積がその金属の原子量に相当する。ボルタの電池において、アノードでは亜鉛が溶け出し、一方カソードでは電極は溶け出さず水素が発生する。電流の方向は、アノードでは、電極から電解液中へ、カソードでは、電解液中から電極に流れる。すなわち、電気化学反応とは、電流と化学反応が対になって起こる現象である。図7と図8に電流と電子の流れ、そして対応する化学反応を例示した。

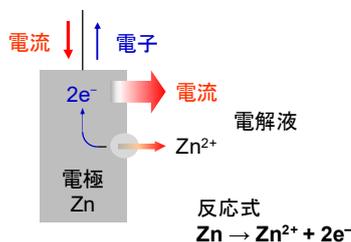


図7 アノード反応 (Zn 電極)

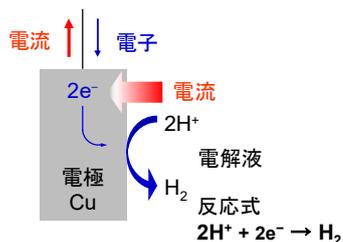


図8 カソード反応 (Cu 電極)

水中での炭素鋼の腐食反応では、水が電解液(水素イオン、水酸化物イオン(OH))と水中に溶解している他のイオンがイオン伝導体となる)の役割を果たす。また電極のカソードとアノードは別に他の金属材料と接触させなくても、単独の炭素鋼表面にできる。これを腐食電池と呼ぶ<sup>6)</sup>。金属材料は均質であると言っても、その表面は100%均質ではなく、結晶格子の乱れや不純物原子の存在によってミクロな不均一が存在し、ある部分には環境中へ溶け出しやすい原子が、またある部分には溶け出しにくい原子がある。溶け出しやすい原子が腐食電池のアノード、一方溶け出しにくい原子がカソードとなる(図9)。この場合、腐食の進行に伴い、ミクロな表面状況が変わり、カソード、アノードの位置も変化する。

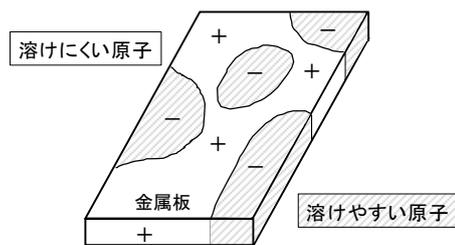


図9 金属表面に構成された腐食電池

ここまで腐食の進行には、水の存在が必須であると説明したが、水だけでは十分ではない。腐食電池を構成しただけでは図7のアノード反応のみが起こるだけで腐食は継続的に進行しない。この腐食電池に電流を流すには図8のカソード反応が同時に起こることが必要である。カソード反応を起こすために水側から供給する必要がある物質が水素イオンと酸素(O<sub>2</sub>)である<sup>7)</sup>。水素イオンは水中に存在し、その濃度はその水のpHにより規定される。また大気中には酸素が存在し、大気と平衡している水中には一定濃度の酸素が溶解する。この状態の酸素を溶存酸素と呼ぶ。溶存酸素濃度は水のpHに依存せず、温度に依存する。室温ではその濃度は通常  $2.5 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$  である。図7と図8のアノード反応とカソード反応に示した電流は炭素鋼内では電子の動きによって流れる。また水中では、電流はイオンの

動きによって流れる。すなわち、腐食によりアノード（図9における溶けやすい原子）で生じた2価の正電荷を有する鉄イオン( $\text{Fe}^{2+}$ )が電流を水中に流す。流れ出した電流はカソード（図9における溶けにくい原子）に流れ込み、腐食により同時に生成した電子はカソードで水素イオン（図8）または図10に示す溶存酸素のカソード反応により消費される。

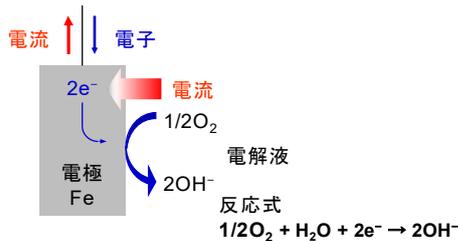


図10 カソード反応（炭素鋼電極）

pHが低い希硫酸のような水溶液では、水素イオンが大量に存在する。例えば、pH2では $10^{-2}$  mol/lになる。この水素イオン濃度は水中の溶存酸素濃度に比べて約40倍近く大きく、カソード反応は図8に示した水素イオンの電子との反応による電子の消費が主体となり、水素ガス( $\text{H}_2$ )を発生する。これが酸による腐食である。この場合、水のpHを中和して上昇させるか、酸に強い金属材料または表面処理を考慮する必要がある。

一方pH7の中性の水中では、水素イオン濃度は $10^{-7}$  mol/lで溶存酸素濃度に比べて圧倒的に低い。したがって水素イオンのカソード反応への寄与は酸素に比べて非常に小さい。この場合、カソード反応は図10に示した溶存酸素と電子との反応による電子の消費が主体となり、水酸化物イオンが生成する。これにより水中で電気的中和が成立して、電流が継続して流れ、腐食が進行することになる。これが水中の溶存酸素による腐食である。水のpHが中性（pH7近辺）である自然環境中での腐食を起こす基本的物質は、水と溶存酸素である。この場合、水と溶存酸素、いずれかが存在しなければ金属は腐食しない。例えば、砂漠では水分が非常に少ないため腐食は小さい。また、水中でも塩分濃度が非常に高い死海では、溶存酸素が余り溶けていないので、砂漠と同様に腐食は小さい。

さて大気腐食は、水中での腐食と同じように大気中に存在する水と酸素の存在下で金属材料表面において電気化学的に発生・進行する。ただし酸性雨の影響が強い場合は水素イオンの影響が強く現れることもある。水中での腐食反応とは異なり、大気中では存在する水の量は少なく、その金属表面への供給が制限されている。大気中での水の供給源は、降雨、霧、結露、そして空気中の湿分が材料表面に吸着する水分である。金属表面に形成する水膜の厚みは、nmオーダーの吸着水から $10\ \mu\text{m}$ くらいの結露水、そして降雨でも $0.1\ \text{mm}$ 程度の厚みにしかならない。そしてこの表面に形成された水膜を電解質として腐食の電気化学反応が起こり、大気腐食が発生・進行する。こうした水膜の形成状況は時間の経過、気象の変化とともに変化する。

雨がやみ、周囲が乾燥すれば水膜は徐々に薄くなり、アノード反応を阻害し、遂には表面が乾燥し腐食の進行も停止する。大気腐食はこのような事象を繰り返して進行していくことが特徴である。したがって表面が濡れている時間の長さが大気腐食にとって重要となる。なお水膜中では酸素の供給は十分あることは言うまでもない。

#### 【参考文献】

- 1) 朝倉祝治, “腐食熱力学”, 石原只雄編, 「最新 腐食解析事例と腐食診断法」, テクノシステム(2008), pp. 5-9. その他腐食の参考書としては、腐食防食協会編, 「金属の腐食・防食 Q&A コロージョン 110 番」, 丸善 (1987). と腐食防食協会編, 「材料環境学入門」, 丸善 (1994). が挙げられる。
- 2) スガウエザリング技術振興財団 腐食研究委員会編, 「グローバル大気腐食データベースの構築 (3. 屋内)」, スガウエザリング技術振興財団 (2018), 2p.
- 3) M. G. Fontana, N. D. Greene, Corrosion Engineering, McGraw-Hill Book Company (1978), 298p.
- 4) 同上, 2p.
- 5) 喜多秀明, 魚崎浩平, 「電気化学の基礎」, 技報堂 (1983), pp. 1-3.
- 6) H. H. ユーリック, R. W. レヴィー著, 松田精吾, 松島巖訳, 「腐食反応とその制御」 (第3版), 産業図書(1989), pp. 6-8.
- 7) 松島巖, 「腐食防食の実務知識」, オーム社(2002), pp.6-9.

## ★プロフィール紹介

### 石川雄一氏 <著者>

(公社)腐食防食学会腐食センター センター長 工博

(公財)スガウエザリング技術振興財団 監事

(公財)スガウエザリング技術振興財団 腐食研究委員会委員

ISO/TC156 (金属及び合金の腐食) /WG4 (大気腐食) 委員

同上

/WG7 (腐食促進試験) 国内副主査



### 須賀茂雄氏 <監修>

スガ試験機(株) 代表取締役社長

(公財)スガウエザリング技術振興財団 理事長

(公財)スガウエザリング技術振興財団 腐食研究委員会委員長

ISO/TC107 (金属及び無機皮膜) /SC7 (腐食試験) 国際幹事

ISO/TC156 (金属及び合金の腐食) /WG7 (腐食促進試験) 国内主査

IEC/TC104 (環境条件、分類及び試験方法) 日本代表

ASTM G01 (金属腐食) 日本代表

他国際標準化活動に参画多数



## 本講座の開設にあたり

今号より新たに「腐食基礎講座」を開設いたします。本講座は、金属腐食の基礎から腐食促進試験の歴史と発展について解説していくものです。執筆は、長年金属腐食のスペシャリストとしてご活躍されている石川雄一氏にお願いし、須賀茂雄が監修を務めます。

本講座をより有意義なものにしていくために、連載中、ご意見や掲載内容についてご要望を編集部までお寄せ頂ければ幸いです。

(編集部 記)

# 太陽エネルギーの観測結果

2020年1月～3月の各日の放射露光量をご報告します。  
観測場所及び測定条件は下記の通りです。

観測場所：スガ試験機株式会社(東京・新宿)	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/m <sup>2</sup> (太陽から到達する面積 1m <sup>2</sup> 当たりの放射露光量)	
測定器：積算照度記録装置 PH3T 型(スガ試験機株式会社製)	



積算照度記録装置 PH3T 型

## 2020年1月

測定年月日	放射露光量 MJ/m <sup>2</sup>			平均		測定年月日	放射露光量 MJ/m <sup>2</sup>			平均	
	紫外部 300-400	可視部 400-700	赤外部 700-3000	温度 ℃	湿度 %rh		紫外部 300-400	可視部 400-700	赤外部 700-3000	温度 ℃	湿度 %rh
2020年1月1日	0.7548	7.386	8.745	6.0	38.2	17日	0.6135	5.173	5.795	7.0	49.9
2日	0.5860	5.721	6.683	7.1	47.3	18日	0.0785	0.352	0.231	3.5	75.5
3日	0.7767	7.861	9.541	7.1	50.3	19日	0.8734	8.280	9.746	7.1	51.7
4日	0.4713	3.959	4.346	7.6	43.0	20日	0.8681	8.544	10.069	8.5	50.3
5日	0.8424	8.335	9.975	5.3	51.5	21日	0.9116	8.801	10.395	7.2	38.5
6日	0.7975	7.804	9.507	7.4	35.3	22日	0.2525	1.817	1.756	4.6	47.1
7日	0.2467	1.633	1.521	5.4	60.8	23日	0.1549	0.824	0.564	5.9	70.5
8日	0.1839	1.297	1.223	5.0	90.1	24日	0.3716	2.650	2.537	10.3	62.4
9日	0.8467	8.425	9.948	10.9	39.1	25日	0.4316	3.082	3.064	8.1	37.6
10日	0.8181	8.007	9.281	8.2	49.8	26日	0.2100	1.194	0.959	5.5	64.0
11日	0.4161	3.732	4.220	7.4	58.1	27日	0.1292	0.675	0.493	4.6	61.6
12日	0.3566	2.642	2.528	7.0	60.7	28日	0.0823	0.353	0.212	3.7	93.8
13日	0.7700	7.744	9.492	9.3	57.0	29日	0.7810	6.553	6.819	12.5	72.6
14日	0.6727	6.550	7.819	8.9	61.0	30日	0.8971	8.313	9.660	12.9	47.9
15日	0.1837	1.234	1.144	6.7	76.3	31日	0.9033	8.027	9.164	7.9	36.8
16日	0.5248	4.319	4.765	6.8	38.9	合計	16.8066	151.286	172.202		
						全波長域合計	340.2946				

## 2020年2月

測定年月日	放射露光量 MJ/m <sup>2</sup>			平均		測定年月日	放射露光量 MJ/m <sup>2</sup>			平均	
	紫外部 300-400	可視部 400-700	赤外部 700-3000	温度 ℃	湿度 %rh		紫外部 300-400	可視部 400-700	赤外部 700-3000	温度 ℃	湿度 %rh
2020年2月1日	1.0466	9.664	11.225	7.8	32.0	16日	0.1558	0.817	0.449	9.4	79.4
2日	1.0259	9.564	11.310	8.8	31.3	17日	0.5630	4.368	4.389	10.4	80.0
3日	0.8479	7.425	8.399	9.6	42.4	18日	1.0767	9.213	10.695	7.8	36.0
4日	0.5340	4.153	4.371	8.1	45.0	19日	1.0994	9.526	10.828	8.4	34.0
5日	1.0007	9.304	11.109	8.1	41.9	20日	0.6660	5.502	5.920	9.2	49.4
6日	1.0825	9.694	11.655	2.4	28.0	21日	1.0690	9.508	11.115	10.8	53.6
7日	0.8517	7.705	9.209	3.5	37.6	22日	0.7921	6.368	6.282	12.9	66.9
8日	1.0046	9.247	11.075	6.4	34.9	23日	1.1424	9.734	11.109	10.6	27.0
9日	1.1164	9.753	11.728	3.4	31.4	24日	1.1313	9.691	11.018	10.6	39.1
10日	0.9045	8.003	9.694	5.0	36.8	25日	0.3895	3.003	3.041	10.9	49.1
11日	1.0744	9.580	11.374	6.6	37.0	26日	0.1259	0.614	0.382	7.7	80.6
12日	0.9838	8.849	10.028	8.9	41.1	27日	1.2772	10.394	11.838	6.7	42.0
13日	0.7851	6.703	7.141	12.8	48.0	28日	1.1770	9.526	10.960	6.9	39.2
14日	0.4690	3.509	3.413	13.4	60.0	29日	0.9900	8.145	9.044	9.8	51.6
15日	0.5143	3.791	3.730	13.5	54.3	合計	24.8969	213.354	242.529		
						全波長域合計	480.7799				

## 2020年3月

測定年月日	放射露光量 MJ/m <sup>2</sup>			平均		測定年月日	放射露光量 MJ/m <sup>2</sup>			平均	
	紫外部 300-400	可視部 400-700	赤外部 700-3000	温度 ℃	湿度 %rh		紫外部 300-400	可視部 400-700	赤外部 700-3000	温度 ℃	湿度 %rh
2020年3月1日	1.1543	9.590	10.585	12.8	54.1	17日	1.0581	8.171	8.733	8.0	37.7
2日	0.1525	0.789	0.484	7.1	84.3	18日	1.3339	10.956	12.386	13.2	40.2
3日	1.1851	9.600	10.846	11.8	49.9	19日	1.2935	10.711	12.046	15.2	53.4
4日	0.1686	0.882	0.533	8.7	76.7	20日	1.3611	10.559	11.881	14.8	41.1
5日	0.9242	7.093	7.669	9.2	45.9	21日	1.3144	10.827	12.228	15.4	31.8
6日	1.3081	10.601	12.342	9.3	24.9	22日	1.0630	8.839	9.947	17.7	38.3
7日	0.4060	2.499	2.086	7.4	54.6	23日	0.4978	3.467	3.367	10.7	47.0
8日	0.1823	0.939	0.547	7.0	84.0	24日	1.5025	11.720	13.257	8.0	36.6
9日	0.9121	6.888	6.737	13.2	70.0	25日	1.4651	11.588	13.335	10.4	36.7
10日	0.2196	1.235	0.656	14.6	90.4	26日	1.3092	10.834	12.323	14.5	36.2
11日	1.1870	9.387	10.119	16.1	50.3	27日	0.7231	4.988	4.302	16.5	57.6
12日	1.2874	10.329	11.561	11.4	40.5	28日	0.4946	3.256	2.561	16.5	71.8
13日	0.9302	7.183	7.778	13.5	51.0	29日	0.1571	0.796	0.440	3.3	90.3
14日	0.0620	0.237	0.074	5.3	80.3	30日	0.6424	4.278	3.708	7.4	63.0
15日	1.2698	9.828	10.623	7.9	57.2	31日	0.3944	2.294	1.618	9.6	68.2
16日	1.2344	9.455	10.365	7.0	48.7	合計	27.1936	209.817	225.136		
						全波長域合計	462.1466				

校正部 部長 喜多英雄

# スガウエザリング技術振興財団

## 第38回表彰・第39回研究助成先決定

(公財)スガウエザリング技術振興財団では、毎年ウエザリングに関する研究について著しい成果を挙げられた方の表彰・助成を行っています。今年も多数の応募の中から厳正な審査の結果、第38回表彰5件、第39回助成先2件を決定しました。受賞者および受領者一覧は次の通りです。



科学技術賞に贈られる  
正倉院記念楯

科学技術功労賞、  
科学技術奨励賞、  
技術功労賞に贈られる  
ギリシャ神話像記念楯

### 第38回 スガウエザリング財団賞 表彰

#### ■科学技術賞■

受賞者	研究業績の名称
<b>市場幹之</b> 東京電力ホールディングス株式会社 経営技術戦略研究所 主席研究員	暴露試験技術と水素脆化評価技術の高度化と普及による PC 鋼材使用設備の信頼性向上
身近な社会資本である電柱の暴露試験技術を構築、更に電柱内の高強度鉄筋の水素脆化促進試験を反応機構解明に基づき標準化し、その公衆安全と信頼性向上に多大に貢献した。暴露試験技術は特許などで公知化され、電気代の低減に寄与する電力流通設備の保全負荷軽減効果も定量的に示されている。水素脆化試験の促進試験法自体も腐食防食学会規格となり学術的にも高い水準にある。この試験は電柱の JIS や団体規格で活用され、さらに自動車・橋梁の高強度鋼の品質管理にも適用され、工業的な貢献も認められた。	

受賞者	研究業績の名称
<b>片山英樹</b> 物質・材料研究機構 構造材料研究拠点 解析・評価分野 分野長	鋼製構造物各部位の腐食環境と耐食性評価
屋外暴露試験において、鋼製構造物の部位ごとで腐食が異なることに着目し、橋梁の内桁の環境を模擬するための遮蔽暴露試験を、大型の模擬構造物で実施し、各部位の温度履歴から結露による腐食環境の違いを明らかにした。さらに鉄鋼材料の腐食速度を屋外環境で連続的かつ定量的に測定可能な腐食モニタリングシステムを構築し、鋼製モデル試験体に適用することで構造物各部位の腐食量を電気化学的に定量評価することに初めて成功するなど、鋼製構造物各部位の腐食環境と耐食性評価に関する研究において多大な成果を挙げた。	

#### ■科学技術功労賞■

受賞者	研究業績の名称
<b>高橋哲也</b> 島根大学 人間科学部 研究担当副学部長 教授	オゾンホール発生時の短波長紫外線がヒト皮膚に及ぼす影響に関するコラーゲン人工皮膚を用いた紫外線暴露研究
現在、南極上空で発生するオゾンホールにより、短波長紫外線が地上に到達しやすくなっている。短波長紫外線は皮膚や眼など人体に影響を及ぼし、その影響は高緯度地域のみならず中緯度地域でも懸念されつつある。短波長紫外線の影響に注力し、コラーゲン人工皮膚を用いた紫外線暴露研究を先駆的に行い、多大な成果を挙げた。キセノンライトによる人工紫外線の照射および実際に南極観測隊員として昭和基地に出向きオゾンホール発生時の南極にて暴露研究を行った。	

(敬称略・肩書きは受賞当時)

■科学技術奨励賞■

受賞者	研究業績の名称
<p><b>若月 薫</b> 信州大学 繊維学部 機械・ロボット学科 准教授</p>	<p>消防隊員の安全に資する基盤研究及び国内外標準化作成への活動</p>
<p>民間・大学・国立研究機関において建物内における火災発達のメカニズムと高分子材料の燃焼・発生ガスの人体への影響を研究し、消防隊員用防火服の熱防護性・動作快適性・温熱快適性に係る基盤研究の成果の多くは、消防庁のガイドラインの策定に活用されている。防火服に使用される高性能繊維の紫外線劣化及びその対策に係る研究において成果を挙げ、国内外の標準化活動を通じて普及促進に大きく貢献した。</p>	

■技術功労賞■

受賞者	研究業績の名称
<p><b>左藤 眞市</b> 大阪産業技術研究所 金属表面処理研究部 表面化学研究室長</p>	<p>気化性防錆剤の性能評価に関する研究とその標準化</p>
<p>防錆技術に関する JIS 規格の検討で中心となっている日本防錆技術協会の防錆防食材料部会 気化性防錆材料分科会にて顧問を務め、研究業績に関わる新 JIS 規格制定と改正を主導した。気化性防錆剤の防錆性能を評価する気化性さび止め試験(VIA 試験)において、それまで課題であった試験ばらつきを解消し、このばらつき要因を無くす新しい試験方法を考案、本試験方法は関連するJIS規格に採用された。長年の懸案となっていた「鉄鋼用防せいフィルム」の JIS 化では委員長を務め、その評価及び開発基準となる規格化に大きく貢献した。</p>	

第 39 回 助成

■研究助成■

受領者	助成課題・目的
<p><b>坂入 正敏</b> 北海道大学 工学研究院 材料科学部門 准教授</p>	<p><b>北方圏での大気腐食挙動におよぼす雪の影響</b> 従来 0℃以下となる雪の中では腐食は進行しないとわれてきたが、雪の核は海塩の場合が多く、融点が 0℃以下に下がるため、雪/金属-界面に塩水が生成する可能性がある。厳冬期でも腐食が進行する可能性があることから、寒冷・豪雪地域で暴露試験を実施し、雪に含まれる各種イオンの調査も行い、大気腐食挙動に及ぼす雪の影響を調査する。</p>
<p><b>南部 紘一郎</b> 豊田工業大学 先端工学基礎学科 助教</p>	<p><b>ウェットプラスト技術を援用した加速耐食性評価技術の研究</b> 大気暴露試験と加速耐食試験における両者の長所を活かせる新しい評価技術としてウェットプラスト処理に着目した。Cr メッキやステンレス鋼に対してプラスト技術を援用した加速耐食性評価試験を実施し、従来法との比較を行い、新しい評価技術として構築することを目的とする。</p>

■国際会議助成■ 該当なし。

(敬称略・肩書きは受賞当時)

例年4月下旬に贈呈式を開催しておりましたが、今年は新型コロナウイルスの影響を鑑み、参加者及び関係者の健康・安全面を考慮し、開催を中止いたしました。

(スガウエザリング技術振興財団 事務局)

## 規格ニュース

最近、新規に改正された規格をご紹介します。

### JIS L 0860:2020 ドライクリーニングに対する染色堅ろう度試験方法 改正発行

工業ガンリン 5号を使用するB法での恒温槽の使用において、「十分な安全対策をとっていない恒温槽」の使用を安全性の観点から禁止した。また、試験に用いるステンレス鋼円板は対応国際規格(ISO 105-D01)で削除が検討されていたが最終的に継続して規定されているため、本JISでも再度規定した。

(JIS 原案作成団体:(公財)スガウェザリング技術振興財団)

### JIS L 0863:2020 マーセライジングに対する染色堅ろう度試験方法 改正発行

従来、規定されていた添付白糸の入手が困難であるため、規定を削除し、添付白布を使用する規定にした。

(JIS 原案作成団体:(公財)スガウェザリング技術振興財団)

## 文献ニュース

### ●すべり摩耗による耐アブレシブ摩耗性試験(ISO/DIS 20329)の精度データ評価

片野邦夫、須賀茂雄(スガ試験機株式会社)、松山祐樹、栗山卓(山形大学)

新たな国際規格として審議しているプラスチックのアブレシブ摩耗試験の精度について、ラウンドロビン試験の結果から解説している。

(プラスチック成形加工学会 第31回年次大会予稿集 2020年6月)



ラウンドロビン試験に使用された スガ摩耗試験機 NUS-ISO3 型

本社 〒160-0022 東京都新宿区新宿 5-4-14  
光研究所 〒160-0022 東京都新宿区新宿 6-10-2  
日高・川越工場 〒350-1213 埼玉県日高市高萩 1973-1  
名古屋支店 〒465-0051 愛知県名古屋市中区社が丘 1-605  
大阪支店 〒564-0053 大阪府吹田市江の木町 3-23  
広島支店 〒733-0033 広島県広島市西区観音本町 2-12-11

tel 03-3354-5241 fax 03-3354-5275  
tel 03-6867-0810 fax 03-6867-0811  
tel 042-985-1661 fax 042-989-6626  
tel 052-701-8375 fax 052-701-8513  
tel 06-6386-2691 fax 06-6386-5156  
tel 082-296-1501 fax 082-296-1503

**スガ試験機株式会社**  
Suga Test Instruments Co., Ltd.

www.sugatest.co.jp  
www.suga-global.com

スガテクニカルニュース  
ISSN 0912-1293  
(国際標準逐次刊行物番号)

第64巻第3号通巻253号 発行 スガ試験機株式会社 編集 齊藤 恵 〒160-0022 東京都新宿区新宿5-4-14  
2020年7月20日発行 ☎03-3354-5241(代) 編集部直通03-3354-5248

本誌に掲載している製品の仕様は、改善・改良の為予告なく変更することがあります。