

JECTEC NEWS

一般社団法人 電線総合技術センター

2019.03

No.

86



都田総合公園にて満開のソメイヨシノ
(撮影：技術サービス部 山下 和生)

CONTENTS

巻頭言	2	研究開発	
技術レポート		・ビル・工場内電力ケーブルの	
・絶縁計測の展開と新しい発見	3	「ECSO（電線太径化）設計」について	16
技術サービス		情報サービス	
・通信特性試験装置の紹介	7	・電線製造工程研修会（基盤研修）開催報告	18
・材料分析試験装置の紹介	8	・平成30年度 第2回 JECTEC 新人研修会 開催報告	19
・自動車用電線の試験規格及び JECTEC が保有する装置についての紹介（その1）	9	・CV ケーブル技術講習会（中級コース）開催報告	20
・火災伝播試験装置の導入について	11	談話室	
・IEC 国際会議報告	12	・42年振りの浜松生活	21
試験認証		・週末の過ごし方（温泉・岩盤浴編）	22
・2018年度 CERTIFER 試験所間比較試験への参加	14	会員の声	23
・耐火・耐熱電線等認定・評価番号一覧表	15		



JECTECと共に

一般社団法人 日本電線工業会
専務理事

白坂 有生

AI、IoT、ビッグデータを活用し、新しい価値やサービスが創造される近未来コンセプト「Society 5.0」を実現し、経済発展と社会的課題の解決を両立する事が日本政府で提唱され、産業界はその実現に向けた取り組みを開始しました。

「Society 5.0」では、エネルギーや情報インフラはますます重要になり、そのサービスが高度化するレベルに応じてインフラも高度化しなければなりません。強靱化も重要です。想定外とならないように、潜在リスクを最小化し、適切な性能がしっかりと保証されなければなりません。電線業界においても、そこで用いる電線には、まだまだたくさんの解決すべき課題があると考えています。

JECTECは「電線ケーブルに関する技術専門機関」として、①国際規格に準拠した試験、認証 ②新技術、新市場に対応する研究開発と技術サービス ③人材育成、技術承継のための情報、教育サービス等、電線業界のニーズに合った課題に精力的に取り組んでいただき、業界の発展に貢献されてきました。

また、最近のトピックスとして、JECTECは、

- ① 国内で唯一のEU規制電線ケーブルの試験機関として契約締結しました。
- ② 国内で唯一燃焼試験において仏CERTIFERの承認を受領しました。
- ③ 燃焼試験設備を充実させ、国内で唯一スタイナートンネル燃焼設備を稼働しました。

このことは海外に委託しなくても、関連規格を国内で迅速に試験、認証できるという事を意味します。業界としては大変心強いことです。

また、JECTECが主催する教育プログラムは評判がよく、電線メーカーからの参加者だけでなく、関連の材料、機械、計測器メーカー、流通関係者など多方面からの参加もあり、情報交換の場としても有効だと聞いています。ぜひ継続していただきたいと思います。

冒頭に申し上げましたが、「Society 5.0」に向け、電線業界でもやるべきことが山積しています。JECTECでは2017年度に「JECTEC 2030 あるべき姿」という2030年を睨んだ長期ビジョンを策定され、活動を開始されています。

日本電線工業会は、取引適正化、環境問題対応、グローバル対応、電線業界の知名度の向上などを重点テーマとして業界の発展のための活動を行っています。いずれもJECTECと協業することで進化できるテーマなので、今後とも情報交換をしっかりと行いつつ活動を進めたいと思います。電線工業会としてもJECTECのお役に立てるように一層尽力してまいります。宜しくお願い致します。

絶縁計測の展開と新しい発見

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 教授 穂積 直裕

1. はじめに

電気学会の誘電・絶縁材料技術委員会では、「電気電子絶縁材料システムシンポジウム」を毎年主催しています。1968年に第1回が開かれており、電気学会のシンポジウムとしては最古の歴史を誇ります。これは、大阪大学犬石教授らが米国のConference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomenaなどに倣って創設したものです。1998年からは、3年に一度国際会議としての開催の場で犬石嘉雄先生の名を冠した学術貢献賞(犬石賞)を授与しています。2001年からは国内会議において、家田正之先生の名を冠した学術貢献賞(家田賞)と、矢作吉之助先生の名を冠した技術貢献賞(矢作賞)を授与しています。

著者はこのたび家田正之先生の名を冠した賞をいただくことになり、大変光栄に思いますとともに、これまでお世話になりました皆様に心から御礼申し上げます。本稿は本誌編集者様より依頼を受け、そのときの講演予稿を要約したものです。シンポジウムに初参加したのは1982年のときでして、当時の技術委員長が家田先生でした。私はまだ学生でしたが、立派な先生方が壇上で議論を進めているところを見まして、あこがれたものです。その後だいたい40年が経ち、自分でもなかなか面白いと思うものを作って、面白いものを見ってきましたので、それらを振り返ってみます。

やってきたことを一言にしますと、高電圧電気設備の診断と絶縁材料評価、およびこれらの基礎技術を応用した計測に関する研究開発などと言えると思います。計測装置を自作すると安く早く実験が進みます。アイデアと運が良ければ市販の装置ではできない実験もできます。昔からものをつくるのが好きでしたので、随分仕事を楽しむことができたものと感謝しております。

2. 絶縁破壊予兆の マイクロ・ナノスケール計測

1980年代ごろから、超高圧架橋ポリエチレン絶縁ケーブル(CVケーブル)の開発が進められ、材料の絶縁性能を評価するために絶縁破壊の前駆となる「電気トリ」を観察する研究がおこなわれていました。ケーブルの場合は、電気トリが発生すると全路破壊までの時間は短いと考えられていますので、トリの進展現象よりは発生現象を見ることが大切と考えました。まずはトリの発生を部分放電と顕微鏡画像で詳細に捉えようと思ひまして、撮

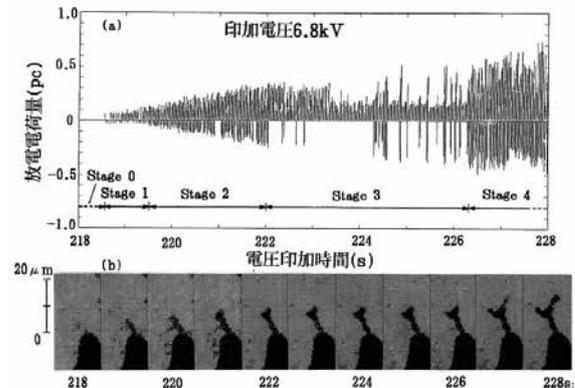


図1 電気トリの始めにおける画像と部分放電

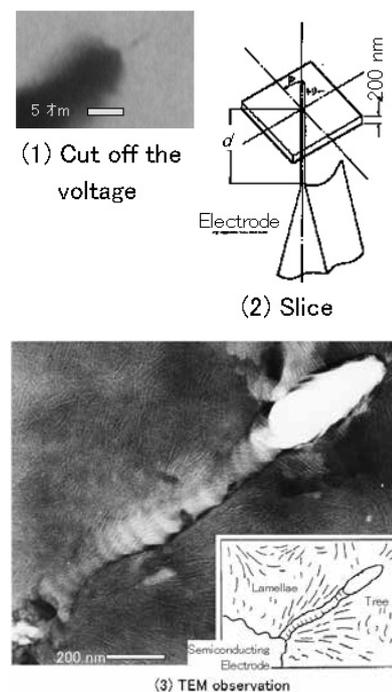


図2 始めの電気トリを電子顕微鏡で観察

像と部分放電測定を同期させた計測系をつくりました⁽¹⁾。これは当時としては結構斬新なもので、このときの画像は今でも多分最も小さなトリ発生動画像になっていると思います(図1)。交流電圧によるトリの場合には、発生と同時に非常に小さな部分放電が出ることがわかりました。測定できるレベルの放電は必ず正極性から始まります。正針の状態では放電の初期電子が供給されにくく、交流波形ですので過電圧となり負針の場合に比べ大きな放電が出やすいためと思われます。この小さな放電を数発計数して電圧を遮断する装置をつくりトリ発生

実験をしますと、数 μm の長さで成長を停止したものができました。それで薄切切片を作って電子顕微鏡で見ると破壊の起点が見えると思いました⁽²⁾。

図2に示す破壊起点の電子顕微鏡画像は、固体高分子の結晶構造が絶縁破壊電界や方向性を決めることを示す根拠となるとともに、電極界面付近の結晶構造の改良によって絶縁性能が向上できることを示すものであり、超高压電力ケーブル開発の参考になったものと考えています。

1980年代後半から、パーソナルコンピュータの性能が飛躍的に進歩し、データ採取だけでなく、かなり複雑な解析が手軽にできるようになりました。情報関係の本に、機械学習の解説などがありましたので、部分放電のパターン認識に使えると思いました。放電頻度、電荷量の電圧位相依存性をパターン化し、電圧位相情報にもとづくものとしては(多分)初めて、ニューラルネットワークによる局所破壊推定を行いました⁽³⁾。図3はくさび状のポイド放電から電気トリが発生する前後のニューラルネットワーク出力の推移を示したものです。アルゴリズムは簡単ですので、実験室データを使った解析は比較的早く進みました。当時超高压電力ケーブル線路の建設が進められており、竣工試験時の異常検出にこのような手法が適用されたとのことです。関係者の方が何人か私のところにも聴きにきてくれましたので、多少の参考になったものと思っております。

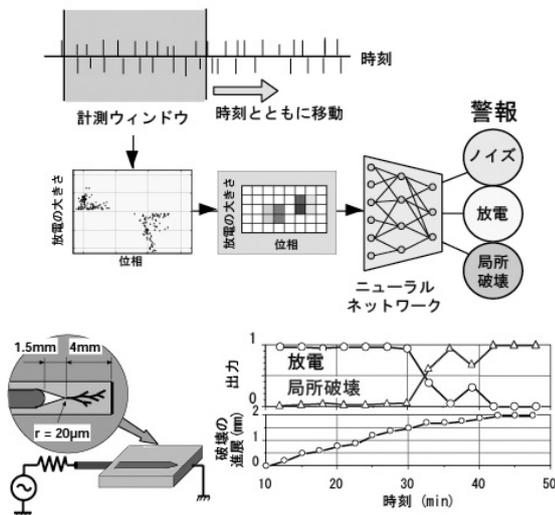
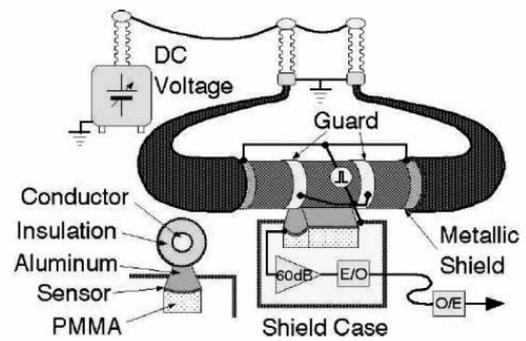


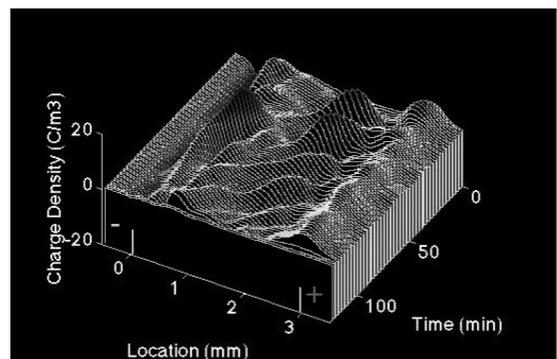
図3 ニューラルネットワークによる電気トリ発生判定

3. 絶縁システムの内部帯電電荷現象の可視化と診断・評価への応用計測

1990年代は、絶縁システムの内部電界を変歪させ絶縁性能を低下させる「空間電荷」を実際に測定する技術が飛躍的に進んだ時代です。私も熱刺激電流や、熱パルス法などを使った基礎実験をしました。パルス静電応力法で空間電荷の分布が見えるようになったので、これに興味を持ちました。当時試験片などを用いた実験が行われていましたが、仕事の関係で、実際の超高压直流ケーブルの試験に使えないかと思図4 (a)のような装置を考えました⁽⁴⁾。パルスを印加するための結合コンデンサの代わりに供試ケーブルそのものを使うという程度のアイデアですが、試験端末の耐圧までの電圧をかけた状態で空間電荷が測定できるようになりました。



(a) 測定系



(b) DC 350 kV印加時の空間電荷分布の時間変化
図4 実規模ケーブルの空間電荷測定装置と測定結果

図4 (b)は3 mm厚の架橋ポリエチレンケーブルに350 kVの直流電圧をかけたときの空間電荷分布の時間変化で、絶縁体に非常に高い電界をかけた状態で発生する「絶縁体中の電荷の振動現象」が観測されています。これは私たちが初めて見たかと思いましたが、ほぼ同時期に薄い試料で似たような現象を見ていた人があったようです。これは現在ではバケット状電荷として知られています。この

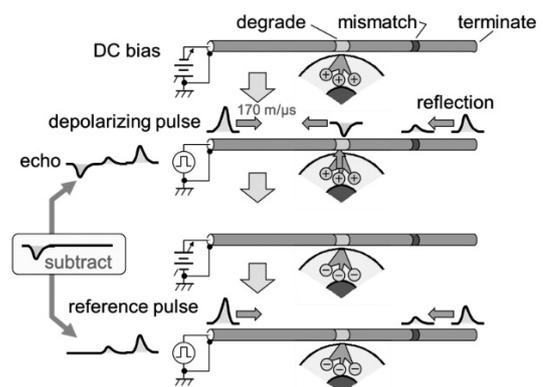
メカニズムについては今でも謎が多いようです。私もイオン解離にもとづくモデルなどを考えましたが、あまり綺麗に再現できなかったのが、残念な気持ちがあります。最終製品に近い形での空間電荷測定ができるようになったことは、特に直流ケーブル開発のための強力なツールとなると考えています。図4の例は通常の交流用ケーブルを試料としていたので、大きな空間電荷が観測されていますが、直流用に開発された絶縁体では空間電荷が抑制され、非常に安定な特性が得られていることがわかっています。

実規模超高压ケーブルの実験では1000 kV程度までの電圧を印加して内部帯電の時間変化を可視化しました。これは空間電荷測定に関する世界記録の一つと信じております。長距離直流ケーブル線路の建設がいよいよ世界的に本格的化しており、この測定方法を最終製品の試験に使いたいと、今でも国内外から相談に来てくれます。

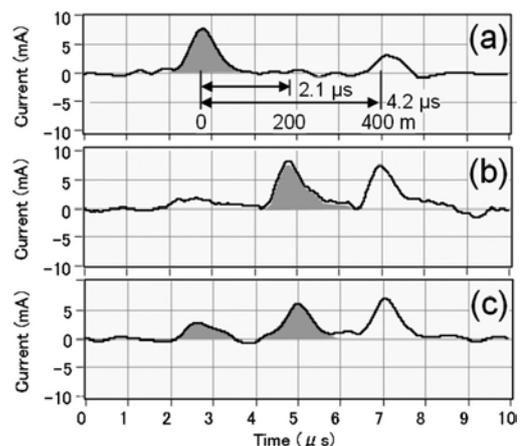
空間電荷の測定は絶縁劣化のモニタにも有効で、水トリーが発生したケーブルでは空間電荷が溜まりやすいことなどを測定により明らかにしました。実際に敷設されたケーブルで空間電荷を測定することはできませんが、当時絶縁劣化診断のための「残留電荷法」が提案されておりまして、その信号発生メカニズムに空間電荷の挙動が大きく関係していることを明らかにしました。

この研究は今でも進めておりまして、現在は空間電荷の有無による絶縁体のパルス電圧応答を解析して、長いケーブルの劣化位置を標定できる新しい診断システムを提案しています⁽⁵⁾。図5 (a) の概念図で、まず直流や数ms程度の幅のバイアス電圧をかけますと、水トリーのある部分が分極します。これに対して脱分極方向の短いパルスをかけますと、これが伝搬し応答が帰ります。水トリー部分が分極したところでは、水トリーがない部分とは異なる電流応答が発生します。しかし線路には不整合点が沢山ありますので、この影響を除くために、逆極性の分極を生じさせた後に、一回目と同じパルスを伝搬させて応答を測定し、両者の差をとると、水トリーに影響された信号のみを取り出すことができます。感度をよくするために、バイアス電圧をかけない参照ケーブルにも同様のパルスをかけ差動検出を行います。かなり凝った細工ですが、積算平均と逆畳込による波形整形が可能ですので、うまくいくと綺麗な信号が得られます。

これで劣化の位置標定ができると思って喜んだのですが、実用上のことを考えますと、位置標定よりも寧ろケーブル線路に沿った劣化状態の分布状況が把握できることに価値があるように思います。通常の劣化診断装置では、ケーブル全長からの信号を積算して劣化信号として表示していますが、局所的に大きく劣化したケーブルでは信



(a) 概念図



(b) 距離0および200mのところの水トリー劣化点を設定したときの応答波形

図5 水トリー劣化点の標定実験

号が他の部分に薄められて小さく表示されてしまい、危険側の判定となります。残留電荷法などの診断で劣化信号が見えた時に、これが全体的な劣化によるものか局所的なものによるものかが判別できれば、診断の精度が格段に上がるものと考えています。

2000年ごろには空間電荷測定技術は随分進みました。測定も速くできるようになりましたので、ダイナミックな空間電荷を見たいと考え、試料にバイアス電圧とパルス電圧刺激を与え、注入された電荷の移動をモニターする方法を考え付き、高分子材料のキャリアの発生源とその移動過程を可視化しました。図6上の図では、0.1 mm厚のエチレン酢酸ビニル共集合体の中に発生した空間電荷の塊がバイアス電圧に引っぱられて移動する様子が見えます⁽⁶⁾。これで移動度が計算できます。下の図では、電極からの注入と内部での解離による3種類のキャリアの動きを可視化しています。比較的ゆっくりした負の電荷と比較的速い正の電荷がそれぞれ電極付近に発生して対向電極側に移動し、中間部分から異なる種類の電荷が発

生・移動しているように見えます。この手法は化学計測になぞらえ「電荷クロマトグラフィー」と名付けました。

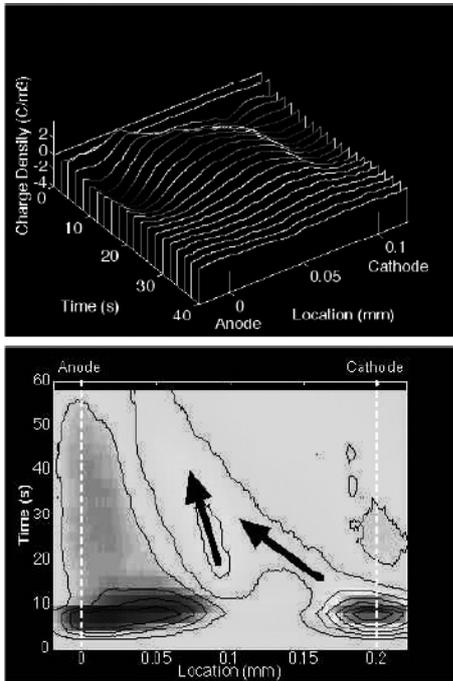


図6 過渡的空間電荷によるキャリアの動きの可視化
原因はカラスケール表示

4. 電気設備診断の経済性評価

2000年前後から電力の自由化が進みました。巨大電気システムと雖も信頼性最優先からコストと信頼性のバランスを追求するポリシーへの転換が求められるようになりました。私たちが研究の対象としていた電気設備診断についても、コストを意識した考え方が必要と思うようになりました。そこで、計画的な設備診断と更新を行うことを目的とした経済性評価手法を検討しました⁽⁷⁾。診断コストと事故リスク回避効果および機器更新の繰延効果を統計解析によって比較し、診断の経済効果を定量化する手法を提案しました。この成果をもとに、電力会社と共同で、ケーススタディーを実施しました。また、技術委員会の下に調査専門委員会を設置し、計量経済学の専門家とともに調査・啓蒙活動に当りました。私は life cycle management という名称を考えたのですが、現在では asset management という言葉が国際的に広まっています。ちょっと残念ですが、比較的早い時期にこういう研究を展開したところが誘電・絶縁材料分野であったことは、この分野の先見性を示しているものと考えております。

5. まとめ

私たちの研究分野は誘電絶縁材料を標榜していますが、歴史的に材料の評価や絶縁システムの診断などを行ってきたことから、計測に長じた研究者を多く擁しています。信号処理や情報理論を援用すると新しい解析方法にも発展します。実物を見てデータを採った人の解析は、頭だけで考えた人の解析とは異なる迫力があります。計測の研究では、研究費がなくても工夫次第でアイデアを実現できます。現象のメカニズムに迫るためには、是非とも新しい観察技術、計測技術が必要です。頭と手を使う人にチャンスが到来する研究分野は、頑張る人にとって随分魅力的なものと思います。

文献

- (1) N. Hozumi 他：Jpn. J. Appl. Phys., Vol.27, No.4, pp.572-576 (1988).
- (2) N. Hozumi 他：IEEE Trans on Electr. Insul., Vol.25, No.4, pp.707-714 (1990).
- (3) N. Hozumi 他：IEEE Trans on Electr. Insul., Vol.27, pp.550-556 (1992).
- (4) N. Hozumi 他：IEEE Trans on Dielectr. & Electr. Insul., Vol.1, No.6, pp.1068-1076 (1994).
- (5) 金明煥 他：電学論, Vol.A-134, No.8, pp.648-658 (2015).
- (6) N. Hozumi 他：IEEE Trans on Dielectr. & Electr. Insul., Vol.8, No.5, pp.849-853 (2001).
- (7) 穂積直裕 他：電気学会論文誌, Vol.122-A, No.4, pp.421-427 (2002).

通信特性試験装置の紹介

1. はじめに

通信ケーブルは社会で数多く使われており、ライフラインでは電力ケーブルと並んで重要視されている。JECTECでは各種の通信特性試験を行っているが、ここでは主要な通信特性試験装置を紹介する。

2. ネットワークアナライザ

同軸ケーブル特性試験ではネットワークアナライザ(写真1参照)を用いて同軸ケーブルの減衰量、挿入損失、特性インピーダンス、定在波比、リターンロス等を測定している。

JECTECでは設立時よりネットワークアナライザを所有し、約20年間通信関連の試験を行ってきたが、機器老朽化と、今後の通信試験需要増に備えるため2017年度に試験設備を更新した。

ネットワークアナライザは、測定周波数9 kHz～6.5 GHz、2ポートで、新4K 8K衛星放送用同軸ケーブルの測定に対応している。

衛星放送用同軸ケーブルの使用周波数帯域は、従来2.6 GHzまでであったが、2018年12月の新4K 8K衛星放送開局のチャンネル増に伴い、3.2 GHzまで拡張されている。従来よりも高周波となるため、対応する測定器(ネットワークアナライザ)には高精度と高安定度が要求されている。

新設備は、連動するPCのアプリケーションにデータロガー機能を備えているので、他の環境試験等と組み合わせ、長期の測定データ取得が可能となっている。



写真1 ネットワークアナライザ

3. 通信ケーブル特性自動測定装置

LANケーブル及びツイストペアケーブルの特性試験では、通信ケーブル特性自動測定装置(写真2参照)を用いている。

TIA-568-C.2に準拠し、LANケーブルの場合、Cat.6aまで対応している。

測定項目は主として特性インピーダンス、反射減衰量、構造上の反射減衰量、挿入損失、近端漏話減衰量、遠端減衰対漏話比、電力和近端漏話減衰量、電力和遠端減衰対漏話比、伝搬位相速度、伝搬遅延、横方向変換損、等レベル横方向伝達変換損、静電容量等である。上記測定項目を手動で測定した場合は約20時間を要するが、自動測定の場合は約30分で測定が可能であり、大幅に測定時間の短縮が図れる。

JECTECで実施している屈曲試験等の機械特性試験の前後で、通信ケーブル特性を測定する事も可能なので、ご相談いただきたい。

自社で測定器を所有している電線メーカーが、測定精度の向上を目的に、JECTECにLANケーブル特性試験を依頼する事例も近年増加している。



写真2 通信ケーブル特性自動測定装置

4. おわりに

JECTECでは、ここで紹介できなかった光関連の試験設備を有している。

今後、光関連の様々な試験ニーズに応えられるよう、測定設備を充実させていく所存である。

(技術サービス部 主席 太田 和秀)

材料分析試験装置の紹介

1. はじめに

JECTECでは材料分析のための設備として、FT-IR（フーリエ変換赤外分光光度計）、TG-DTA（熱重量－示差熱分析器）、DSC（示差走査熱量計）、EDXRF（エネルギー分散型蛍光X線分析装置）を保有している。これらの装置は規格で規定された試験にとどまらず、不具合調査、研究開発など幅広いニーズへの対応が可能である。

2. FT-IR（赤外分光計）

FT-IRは、赤外線を試料に当てた際の分子振動（結合で結ばれた原子の運動）の振動数に等しい赤外線で起こる吸収（振動の振幅増大）のスペクトルから分子構造や官能基の情報を取得する装置である。JECTECの保有機種は写真1に示す（株）堀場製作所のFT-720（波数範囲：7,700～400 cm⁻¹、分解能：1.0 cm⁻¹、最小分析範囲：100 μm×100 μm）である。主な受託試験は、ケーブル被覆材料の化学構造の確認、不具合調査（材料劣化による化学構造変化の分析）などである。



写真1 FT-IR (HORIBA製 FT-720)

3. TG-DTA、DSC（熱分析装置）

TG-DTAは試料の温度を制御しつつ、吸発熱と質量変化を同時に測定することにより、材料特性を把握する装置である。JECTECの保有機種は（株）リガクのTG 8120（加熱方式：赤外線加熱、温度範囲：室温～1000℃）である。主な受託試験は、材料に含まれているカーボンブラックの定量、材料の加熱減量測定などである。特に、ポリエチレンコンパウンドに含まれるカーボンブラックの定量（IEC 60811-605 4.3項）は、管状炉を用いる4.2項の直接燃焼法とともに、高い頻度で試験の依頼を受けている。

DSCは材料の温度を制御しつつ、状態変化による吸熱反応や発熱反応を測定することにより、材料特性を把握する装置である。TG-DTAのように質量

変化を同時に測定しないので、多種多様な物理変化や化学変化の区別はできないが、TG-DTAよりも高精度で融点や結晶化温度の測定が可能である。保有機種は（株）リガクのDSC 8230（方式：熱流束型、温度範囲：室温～750℃）である。主な受託試験は、ケーブルの不具合調査（熱履歴の推定）、ケーブル被覆材料の融点測定などである。



写真2 TG-DTA (Rigaku製 TG 8120 : 左) および DSC (Rigaku製 DSC 8230 : 右)

4. EDXRF（蛍光X線装置）

EDXRFは物質へのX線照射で内殻電子がはじき出されることで形成された空孔に高い準位の電子が遷移する際に放出される蛍光X線から、試料に含まれる元素の定性・定量分析を行う装置である。保有機種は日本電子（株）のJSX-3202EV（管電圧：5～50 kV/1 kVステップ、分解能：149 eV以下、コリメータ径：1 mm φ、3 mm φ、7 mm φ）である。JECTECではこの装置でRoHS規制有害5元素（Pb、Hg、Cd、Cr、Br）のスクリーニング検査を行っている。



写真3 EDXRF (JEOL製 JSX-3202EV)

5. おわりに

会員各社が抱える課題には電線材料の不具合も多いと推測される。これらのニーズにも対応できるように、FT-IRと並び基本的な分析に必須のSEM-EDX（電子顕微鏡（SEM）付属のエネルギー分散型X線分析装置（EDX））の導入を検討中である。

（技術サービス部 副主席 西 甫）

自動車用電線の試験規格及び JECTEC が保有する試験装置の紹介 (その1)

1. はじめに

電線総合技術センター(以下、JECTEC)は、設立以来、電線の安全性・信頼性を確保することで、社会の発展に寄与してきた。電線は電力、通信、情報の伝達路として、様々な用途で使用されるが、今回はその中でも、自動車用電線に焦点を当てる。自動車に使用される電線は中型車1台当たりで1,100～1,200mにもなる。この数字について、一般的な複写機1台に使用される電線が80～90mであることと比較すると、その使用量の多さが分かる。更に、近年の自動車電装品の機能拡充に伴い、電装品同士を繋ぐ役割をする自動車用電線の搭載量はますます増加する傾向にある。また、自動車用電線は、その他の用途の電線に比べて、厳しい環境(例えば温度変化、摩耗、油の付着など)に耐えうるものでなくてはならない。JECTECでは、規格試験以外にも、顧客ニーズに沿って条件をアレンジした試験も行っている。そこで、今回も含めて2回に分けて、自動車用電線の規格の紹介を交えながら、JECTECの評価試験装置を紹介する。

2. 試験の概要

表1に自動車用電線(または部材)の主な試験規格を示す。各試験規格において試験方法は異なるが、主な指標としては次の項目に分類出来る。

- ①電気特性、②機械特性、③耐摩耗性、
④耐環境性、⑤耐燃性

以下、これら5項目について説明する。

表1 自動車用電線及び部材に関する主な試験規格一覧

規格番号	規格名称
ISO 6722-1	Road vehicles -- 60 V and 600 V single-core cables Copper conductor cables
ISO 6722-2	Road vehicles -- 60 V and 600 V single-core cables Aluminium conductor cables
SAE J1127	Surface Vehicle Standard -- LV Battery Cable
SAE J1128	Surface Vehicle Standard -- LV Primary Cable
JIS C 3406	自動車用低圧電線
JIS D 0205	自動車部品の耐候性試験方法
JASO D 014	自動車部品—電気・電子機器の環境条件及び機能確認試験
JASO D 603	自動車部品—アルミニウム低圧電線
JASO D 609	自動車部品—低圧電線の電流容量
JASO D 611	自動車部品—低圧電線
JASO D 618	自動車部品—低圧電線の試験方法
JASO D 624	自動車部品—高圧電線
JASO M 346	自動車用内装部品のキセノンアークによる促進耐候性試験
JASO M 351	自動車部品—外装部品のキセノンアークによる促進耐候性試験
JCS 4522	電気自動車等用可とうケーブル
JARI A 0101	EV/PHEV用 AC普通充電器製品 安全技術規準

(1) 電気特性

自動車用電線における電気特性の主な評価は、様々な環境(高温・低温・油や薬品への浸漬など)への暴露後(もしくは暴露中)、機械的なストレスを加えた上で、被覆材の絶縁性を調べるものである。

1) 直流耐電圧試験装置(図1)

主に低圧電線を対象として、直流電圧を課電し、耐電圧試験を行う装置である。様々な電線を対象に、劣化前、及び各種環境・機械的ストレスに晒した後、に1kV 1分の耐電圧試験を行うことが、JASO D 618 6項に記載されている。

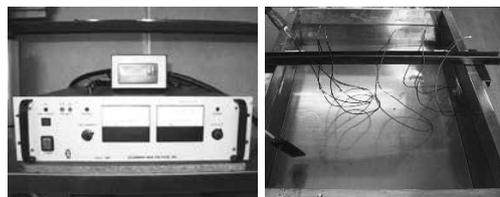


図1 直流耐電圧試験装置(左)と耐電圧試験の様子(右)

2) 通電時発煙性試験装置(図2)

電気自動車の普及とともに、自動車用電源の大容量化が進んでおり、大電流(短絡模擬)による電源その他の回路の発熱・発煙特性の検証・安全性の確認が必要となっている。JECTECでは、様々な容量の直流電源装置を所有しており、電線に直流電流を通电させ、通电時の温度上昇や発煙・燃焼特性の評価を行うことが可能である。また、この試験を恒温槽内で行うことも出来るため、電線の通电時の挙動に対する周囲温度の影響を調べることも可能である。

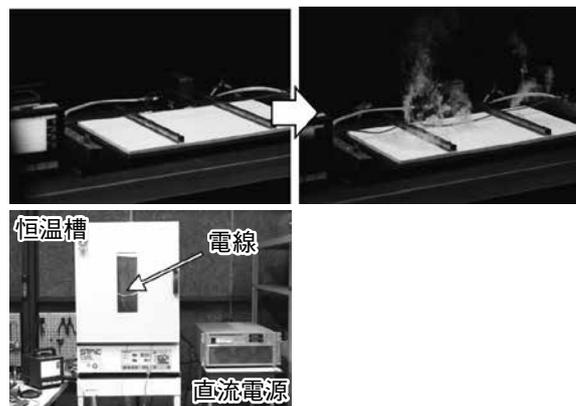


図2 通電時発煙性試験装置

(左上)試験前 (右上)発煙中 (下)恒温槽内での試験

(2) 機械特性

自動車用電線で要求仕様として挙げられることが多い機械特性としては、引張特性・屈曲特性・捻回特性などがある。ここでは、屈曲試験に焦点を当てて紹介する。電線の屈曲試験はJIS規格や電気用品の技術上の基準(別表1)で様々な種類の試験方法(左右180°、上下U字など)が規定されている。これらの試験装置に加え、JECTECでは、自動車用電線向けの試験機として、EVプラグ用屈曲試験装置や恒温槽付き屈曲試験装置を所有している。

1) EVプラグ用屈曲試験装置(図3)

EVの普及を背景として、関連する試験が必要とされてきている。これに伴い、EV充電用プラグの試験規格も制定されており、IEC 62196-1やJARI A 0101がそれに当たる(表2)。JECTECが所有するEVプラグ用屈曲試験機はこれら規格の条件はもちろん、屈曲角度(左右125°まで)及び速度(往復0~80回/分)を調整することが出来る。また、屈曲パターンも変えられる(例えば左側だけ90°屈曲させるなど)ため、幅広い条件の屈曲試験が可能である。

表2 EV充電プラグ用屈曲試験試験条件一覧

規格	IEC 62196-1	JARI A 0101
屈曲角度	左右 各45°	左右 各60°
屈曲速度(往復)	約 60回/分	約 20回/分
錘の荷重	20~100 N	500 g (モード2)
		20~100 N (モード3)
屈曲回数	20,000回	2,000 (モード2)
		20,000回 (モード3)



図3 EVプラグ用屈曲試験装置

2) 恒温槽付き屈曲試験装置(図4)

先述の通り、自動車用電線は広い範囲の温度環境下で機械特性を維持することが求められる。一方、低温及び高温領域では、導体の硬化及び軟化が生じ

るため、室温よりも屈曲特性が低下することが知られている。JECTECでは、-40~80℃の温度範囲における電線の屈曲特性評価を提供している。また、この試験装置は屈曲角度・屈曲速度に加え、負荷荷重も調整可能で、顧客ニーズに合わせて、屈曲条件を柔軟に調整出来るものとなっている。

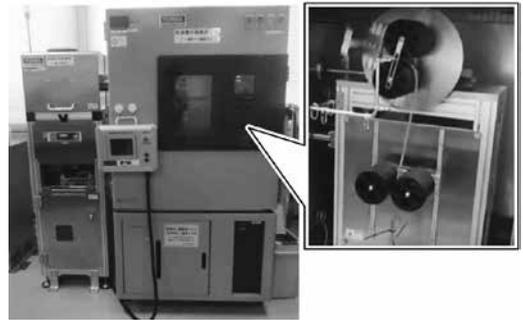


図4 恒温槽付き屈曲試験装置

(3) 耐摩耗性

自動車用電線の耐摩耗性は、代表的にはJASO D 618 6.7項で規定されている「テープ摩耗試験(図5)」と「スクレイブ摩耗試験(図6)」によって評価される。

テープ摩耗試験は電線の被覆材に対して、テープを擦り合わせ、導体が露出するまでに要するテープ長さを評価するものである。一方、スクレイブ摩耗試験はテープの代わりにφ0.45mmのニードルを電線に直行させた状態で擦り合わせ、導体が露出するまでのニードル往復回数を評価するものとなる。自動車用電線の被覆材として一般的なポリエチレンやポリ塩化ビニルの場合、温度や湿度によって、表面状態や剛性が大きく変わる。従って摩耗性も周囲の環境条件に大きく影響を受けるため、JECTECでは試験を実施する際に、温度及び湿度を一定値に調整した上で試験を行っている。また、半年に1回、社内標準試料による結果の再現性の確認を行い、試験精度維持に努めている。



図5 テープ摩耗試験装置

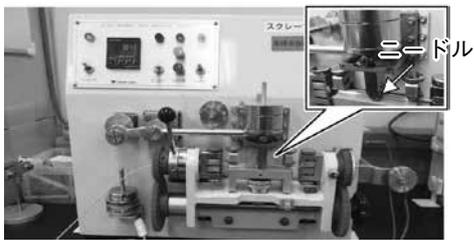


図6 スクレープ摩耗試験装置

尚、これらの摩耗試験について、電線以外にもチューブの試験依頼も多くある。これは、チューブ中に金属製の心棒を挿入して試験を行うことで、チューブ破断時の、装置と心棒の導通を検知することで可能となる。また、JECTECでは、上記のテープ及びスクレープ摩耗試験以外の摩耗性を評価する装置として、引きずり試験装置(図7)を有している。これはJCS 4522「電気自動車等用可とうケーブル」に準拠した装置で、規定のコンクリートブロックにEVケーブルを乗せ、ケーブルの長手方向に沿って規定回数往復移動させた後の、シース内部の絶縁体露出の有無を観察するものである(表3)。本試験は、急速充電器からEVケーブルを繰り出し、電気自動車に接続する過程で、コンクリートやアスファルトなどの地面上でケーブルを引きずることを模擬した試験である。

尚、規格では定められていないが、ケーブルに任意の荷重を加えることも可能なため、規格条件では耐摩耗性の差異が観察出来ないようなシースの比較検討も行うことが出来る。

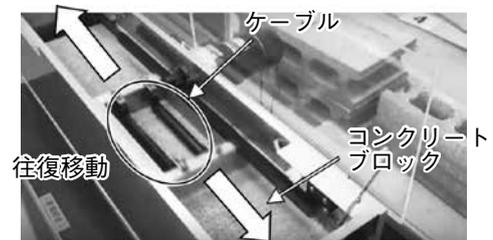


図7 引きずり試験装置

表3 JCS 4522 6.17 項 引きずり試験条件

項目	試験条件
摩擦材	コンクリートブロック(C種)
移動距離	50 cm
往復回数	3,000回
引きずり速度	約 1,000 m/h

3. 今回のまとめと次回の予告

今回は、自動車用電線の主な評価項目のうち、①電気特性、②機械特性、③耐摩耗性に焦点を当てた。次回は、④耐環境性、⑤耐燃性について説明する。

(技術サービス部 主査 坂口 和晃)

火炎伝播試験装置の導入について

現在JECTECでは、火炎伝播試験装置の導入を進めている。火炎伝播試験(ISO 5658-2準拠)は、欧州鉄道車両用防火規格EN 45545-2の中で、様々な部材について要求されている試験方法である。例えば、車両の内張等へ適用される試験として、火炎伝播試験のほかにISO 5660-1(発熱速度、発煙速度試験)、ISO 5659-2(発煙濃度試験)があるが、火炎伝播試験のみJECTEC内部では実施不可であったため、要求があった場合には海外試験所へ再委託していた。JECTECでは、EN 45545-2要求試験のワンストップサービスを目指している。

火炎伝播試験とは熱線照射パネルと試験体を15度の角度を付けて配置し、図1の分布を持つ熱流束を照射して火炎の横方向へ燃焼が到達した距離から臨界熱流束(CFE: Critical heat Flux at Extinction)を求めるものである。

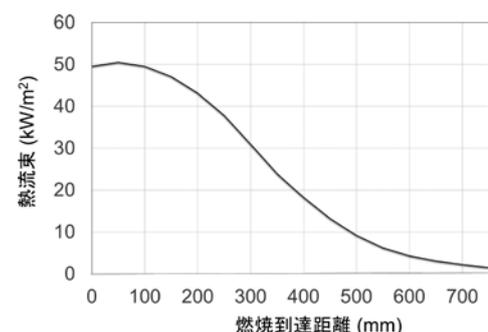


図1 照射熱流束の分布

現在のEN 45545-2規格では、電線、ケーブルへの火炎伝播試験要求はないが、臨界熱流束は部材の燃焼挙動を評価する上で、重要なファクターであり、将来的に電線、ケーブルへの本試験の適用も視野に入れ、まずは試験サービスの立ち上げを目指す。同時に、ケーブル評価への適用性も検討していく。

(技術サービス部 副部長 池谷 敬文)

IEC 国際会議報告

1. IEC TC20 上海会議

今回のWG会議は、TC20（電力ケーブル）総会に合わせて上海で開催された。中国では、LINEもGoogleも使えないと聞いていたが、国内から持参したモバイルルータ経由で使えることが分かって少しホッとした。（実は今回が初めての訪中でございます。）

(1) WG17（低圧電力ケーブル）

WG17で今、最もホットな話題は、EV充電用ケーブルのIEC規格化である。（始まってから2～3年は、経っていますが・・・）

ようやく家庭用電源に接続する一般充電用ケーブルの規格であるIEC 62893-1～3までが発行され、現在は、IEC 62893-4-1としてIEC規格化が進められている、国内のChaDeMoシステムにも用いられている急速充電用ケーブルの審議が佳境に差し掛かっている。

上海会議では、CD（委員会原案）文書に対して各国から寄せられたコメントが審議されたが、コメントによって変更すべき重要な技術的事項がないことから、次の段階をCDV（投票用委員会原案）に進めることに合意した。

また今回の会議では、IEC 62893-4-2としてIEC規格化することを計画している、より大容量の充電に対応するために、導体を冷却する機能を持つケーブル（温度管理機能付きケーブル）に関する作業用文書に対する審議を実施した。

WGとしては、この会議での審議をもってCDを発行することを考えていたが、この規格には、導体を冷却するための冷媒を循環するチューブを規定する必要があり、チューブに対する仕様について詳細な審議が必要となること、また、充電システムによってケーブルの構造が大きく変わってくる可能性があることから、現段階では、完成度の高い文書が作成できないため、この文書は、IS（国際規格）ではなく、TR（技術レポート）またはTS（技術仕様書）として発行し、順次改正を進め、将来的にISとすればどうかとの意見もあった。

結果的にこの文書については、今回の審議内容を反映した作業用文書を作成し、次回会議にて再度審議を行うこととした。

その他、WGでは、ビニルケーブルの規格であるIEC 60227シリーズ及びゴムケーブルの規格であるIEC 60245シリーズの見直し作業を実施する際に、両規格の試験方法規格（IEC 60227-2及びIEC 60245-2）に含まれる大部分の試験方法が同一のものであることから、これらの規格を統合し、新たな試験方法規格とすることを決定した。なお、WG17の担当する他の規格（IEC 63010、IEC 62821等）に規定されている試験方法も統合対象とし、定格電圧450/750Vのケーブル全般に適用できる規格とする。

(2) WG18（ケーブル燃焼試験）

1) IEC 60754-3

ケーブル燃焼試験を扱うWG18は、精力的なコンビナーのもと新たな試験方法の開発や、既存試験方法の改良の検討を積極的に行っている。

ここ数年で開発されたものに、イオンクロマトグラフを用いた燃焼ガス中のハロゲン定量試験であるIEC 60754-3があるが、低圧電力ケーブルを担当するWG17の担当する製品規格群において、それぞれの規格の見直しのタイミングで、従来方法のIEC 60754-1等を順次この試験方法に置き換えることが検討されている。現状WG17では、ハロゲンフリー材料を定義するために4種類の方法を実施することを要求しているが、この試験方法を用いた場合は、この試験方法のみで定義することが可能となるため、評価が大幅に簡略化されることとなる。

2) IEC 61034

このところ問題となっているのは、欧米でのハロゲンランプの使用制限である。WG18の担当する3mキューブ発煙性試験にもこのハロゲンランプが用いられており、欧米各国で新たな光源に関する検討が行われており、WG18での検討は、各方面から注目されているようである。これを受けWG18では、発煙性試験に用いることのできる代替光源の検討を開始することとした。

3) コンビナー Marc

WG18のコンビナーは、Marcというオランダの方で近い将来のTC20の議長の最有力候補とも目される若手のホープ的な存在であるが、数ヶ月前彼が病氣療養中でしばらくWG18の仕事をするのが

困難であるとの知らせが舞い込んだ。Marcの一日も早い回復を願ってやまない。

2. IEC/TC89 メルビル会議

TC20上海会議終了後、TC89（耐火性試験）会議に参加するために米国UL（Underwriters Laboratories）殿のメルビルオフィスに。なんと米国では、モバイルルータがどうしても2G回線にしか繋がらず、LINEもGoogleも満足に使える状況に…何故？しかしながら何とか上海会議の翌日午前には会議会場に到着できた。



会議会場となったULメルビルオフィス

(1) グローワイヤー試験 (IEC 60695-2-10)

JECTECでもグローワイヤー試験機を導入したが、この試験方法は、数多くの電気製品に幅広く適用される非常に重要な試験方法であることから、TC89の会議では、この試験方法に対する審議が一つの議論の中心となっている。

現在試験装置、試験方法に関する一連のグローワイヤー試験規格の改正作業が、TC89/WG12（小火炎による燃焼試験）にて行われているが、今回の会議では、グローワイヤーの温度を正確に測定するための方法が米国から提案された。

この試験方法は、規定の形状に折り曲げた直径4mmのニクロム線（グローワイヤー）に電流を加えることによってワイヤーを規定の温度まで加熱し、その加熱したグローワイヤーを試験片に押し当て、試験片の着火・燃焼を評価するものであることから、試験片に押し当てるグローワイヤーの温度が非常に重要なものとなっている。現状の規格では、試験片に押し当てるグローワイヤーの先端の裏側に穴を開け、その穴に熱電対を挿入し、グローワイヤーの温度を測定するよう規定されている。

しかし、この温度測定方法については、試験を繰り返すうちに熱電対とグローワイヤーの接触状態が、試験片の燃焼残渣等によって悪くなり、次第に

温度が正確に測定できなくなってしまうことが指摘されている。

そこで米国は、パイロメータを用いグローワイヤーの温度を非接触で測定する方法を提案した。パイロメータには、グローワイヤー先端を映し出すビデオシステムが接続されており、温度測定点が表示される。

今回の会議では、審議時間がなく詳細の検討は行われなかったが、この提案は、今回の審議を受けて発行するCDの付属書として含め、各国からのコメントを募ることとした。

(2) VW-1 試験 (IEC 60695-11-21)

米国においてケーブルの試験等に幅広く使用されているVW-1試験である。以前米国からの提案で、TC89にてIECのTSとして発行したものであるが、発行当初より、IECでのケーブル試験であるIEC 60332-1との混同を避けるため試験の適用範囲を絶縁チューブ等の管状試験片に限っていたことから、初版発行後は、絶縁チューブ等を担当するTC15にメンテナンスが移管されていた。

しかし、昨年、TC15から火災試験に関する知見がないため、TC89にメンテナンスを再移管したいとのオファーがあった。今回の会議においてTC89はこのオファーを受け、このTSのメンテナンスを再び担当することに合意した。

(3) 議長のコメント

今回のメルビル会議は、TC89総会も開催され、その中で、TC89議長から、TC89としては、若手のエキスパートの育成が必要になってきているが、企業においては、国際標準化はコストとしか見られていないことから、有望な人材をエキスパートとして派遣することになかなか理解が得られないのが現状である。今後各国でIEC TC89の広報活動を行う等、若手エキスパート獲得のための検討をしていく必要がある、とのコメントがあった。

現在のTC89に参加している委員のうち、かなりの人数の委員が20年以上前から会議に参加しているメンバーであり、これらの委員が次第にリタイヤすることになるのを懸念しての発言となっていると考えられるが、やはりベテランのエキスパートの方々には末永くお付き合いを頂きたい…。

(試験認証部 部長 深谷 司)

2018年度 CERTIFER 試験所間比較試験への参加

1. はじめに

昨年に引き続き、JECTECでは、欧州の鉄道車両用部材防火規格EN 45545-2で要求されている試験項目を中心とした試験所間比較試験に参加した。この試験所間比較試験は、鉄道分野における認証機関の一つであるフランスCERTIFERが主催しており、今年度は昨年度同様に、欧州を中心に13カ国から34の試験機関が参加した。

また、1月31日にパリで開催された最終確認会合にも出席したのでその内容について報告する。

2. 試験所間比較試験結果

今年度JECTECが参加した試験項目は、CERTIFERが提供している12試験のうちJECTECで実施可能な下表に示す7試験である。

全試験結果は、CERTIFERが2 σ 検定及びISO 5725におけるマンデルテストによって解析し、各試験機関に報告された。

JECTECの測定結果は、下表に示す通り全て問題ない結果として判定された。マンデルのh統計量は、全体の平均値から算出した統計量(0に近いほど平均値に近い)、マンデルのk統計量は、全体の標準偏差から算出した統計量(0に近いほどバラつきが小さい)を示している。

今後、3月までにCERTIFERから最終報告書が提出され、サマリーはCERTIFERのWeb上に掲載される予定である。

参加試験項目及び解析結果

試験項目	2 σ 検定	マンデルのh統計量 (5%棄却限界値)	マンデルのK統計量 (5%棄却限界値)
酸素指数 (ISO 4589-2)	○	1.25 (1.89)	—
毒性試験 (EN 45545-2 AnnexC Method1)	○	0.05~0.83 (1.87)	0.05~0.57 (1.71)
毒性試験 (EN 45545-2 AnnexC Method2)	○	0.78~1.58 (1.87)	0.00~0.80 (1.70)
発煙性試験 (ISO 5659-2)	○	0.52 (1.89)	0.56 (1.71)
コーンカロリメータ (ISO 5660-1)	○	0.17 (1.82)	0.20 (1.69)
一条ケーブル燃焼試験 (EN 60332-1-2)	○	1.23 (1.86)	1.25 (1.70)
3mキューブ発煙濃度 (EN 61034-2)	○	-1.36 (1.83)	0.49 (1.69)

3. 最終確認会合

最終確認会合には事務局CERTIFERのメンバーを含む14名が出席し、CERTIFERが発行した報告書(案)をもとに、各試験結果の報告及び異常値として検出された試験所が提出したDeviation Form(原因・是正・再試験結果)の内容について報告がなされた。

ISO 5660-1コーンカロリメータ試験では、試験中試料の膨張により、点火前に試料がスパークプラグに触れた場合、又は点火後にヒーターの下面に接触するような場合は、規格に従いヒーターからサンプルまでの距離を60mmとしなければならないが、25mmで実施した試験所と60mmで実施した試験所がほぼ半分ずつあり、それぞれの結果に対する解析が行われた。なお、25mmで実施した試験所では、スパークプラグへの接触、又はヒーター下面への接触は確認されていないとのことであり、試験所によって異なる結果が報告された。

その他、燃焼試験は挙動が異なることが多く、あらゆるケースで全て正確な解析を行うことは難しいが、解析方法の見直しや改善を今後も進めていくべきとの意見が出された。また、来年度実施するサンプルはISO 5660-1のように試験所によって異なる試験方法が選択されることのないよう、試験結果が既知のものを採用することがこの会議で決まった。

4. おわりに

JECTECがこの試験所間比較試験に参加するのは今回が5回目となるが、いずれも異常値は報告されておらず、EN 45545-2に規定された試験に関して、高い試験品質が確認されている。また、今年は新たにISO 5658-2火炎伝播試験装置を導入し、ISO/IEC 17025の認定取得及び来年度の試験所間比較試験への参加を予定しているが、同様の結果が得られるよう立ち上げを行い、信頼性の高いデータを提供できるよう努めていく。

(技術サービス部 副主席 佐野 正洋)

耐火・耐熱電線等認定・評定番号一覧表

平成30年10月～平成31年1月認定・評定分

認定番号	認定日	申請者	製造者(連名申請時)	品名
低圧耐火ケーブル(電線管)				
JF1295	H30.11.20	富士電線(株)	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF1296	H30.11.20	富士電線(株)	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF1297	H30.11.20	富士電線(株)	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF1298	H30.11.20	富士電線(株)	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF1299	H30.12.17	(株)KANZACC	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF1300	H30.12.17	(株)KANZACC	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF1301	H30.12.17	矢崎エナジーシステム(株)	(株)KANZACC	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF1302	H30.12.17	矢崎エナジーシステム(株)	(株)KANZACC	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
高難燃ノンハロゲン低圧耐火ケーブル(電線管)				
JF21152	H31.1.21	富士電線(株)	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF21154	H31.1.21	富士電線(株)	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF21155	H31.1.21	富士電線(株)	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
高圧耐火ケーブル(電線管)				
JF6052	H30.12.17	住電日立ケーブル(株)	東日京三電線(株)	6600V架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JF6053	H31.1.21	住電日立ケーブル(株)	東日京三電線(株)	6600V架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
小勢力回路用耐熱電線				
JH8254	H31.1.21	岡野電線(株)	九州ネットワークケーブル(株)	架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケープル
高難燃ノンハロゲン小勢力回路用耐熱電線				
JH29049	H30.11.20	JMACS(株)	—	架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JH29050	H30.11.20	JMACS(株)	—	架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
JH29051	H30.12.17	JMACS(株)	—	架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケープル
低圧耐火バスダクト				
L400016	H31.1.21	共同カイテック(株)	—	低圧耐火バスダクト
耐熱光ファイバーケーブル				
JH2046	H30.10.19	住友電気工業(株)	—	耐熱光ファイバーケーブル

Massy Yamada からお挨拶

Massy Yamadaの各種教室は、山田がJECTECに着任した翌年2003年から開始しました。「電気教室」からスタートし、「認証教室」「電線教室」「物理教室」「知財教室」「電磁気学教室」とそれぞれ連載を続けてきました。

この間、電線教室や物理教室はわかりやすいと好評でした。ご厚意に深く感謝いたします。なお、今回のMassy Yamadaの各種教室の中止は、山田本人の健康上の理由によるものでして、皆様にご迷惑をおかけすることを心からお詫び申し上げます。

(技術サービス部 山田 正治)

(編集部より)

誠に勝手ながら、「Massy Yamadaの電磁気学教室」は前回をもって、終了とさせていただきます。

長い間、Massy Yamadaシリーズをご愛顧いただき、誠にありがとうございました。

この場を借りて厚く御礼申し上げます。



ビル・工場内電力ケーブルの‘ECSO（電線太径化）設計’について

1. はじめに

電線のLCA計算をすると、「電線の使用」のプロセスで生じるCO₂排出量が他のプロセスに比べ、際立って大きいことがわかる。これは、電線が電力エネルギーの伝送路という特異性によるものだが、電線の使用期間中(20年間)に生じる電力損失からくるものであって、その損失分を発電するために生じたCO₂排出量が極めて大きいがためである。電力損失はI²Rで表され、これを小さくするには導体抵抗Rを小さくすればよいわけで、そこから導体サイズアップ、すなわちECSO（電線太径化）の考えが発案されたのである。

2. 国際規格化と国内規格化

2008年、(一社)日本電線工業会と(一社)電線総合技術センター(JECTEC)は電線太径化理論を発案、それを電気設備学会誌に論文発表した。この理論は、電線の銅芯線を太径化して電気抵抗値を少なくし、電力損失を抑えて省エネ・CO₂削減につなげようという発想で、これを全国展開すれば日本全体の発生CO₂の0.9%が削減できるというものである。

その後、(一社)日本電線工業会はこの電線太径化理論(ECSO[※])の国際規格化の活動を進め、すでに2012年のIEC/TC20の東京大会でECSOの国際規格化の承認を得て、2019年制定見込みで現在その制定作業が大詰めを迎えている。(※ECSOはIEC規格の呼称：Environmental & Economical Conductor Size Optimization)

一方国内では、2014年にECSOのJCS規格が制定され、2016年には、ECSOが配線工事の民間自主規格である内線規程の改定で取り入れられるなど、普及に向けた活動が着々と進められている。

3. メガソーラー発電でのECSO初実績

ECSOは理論先行で、なかなか採用実績が見えない中で、GPSSホールディングス(株)は、メガソーラー発電所構内の配線で生じる配線ロスにいち早く着目され、(一社)日本電線工業会が発案した‘電線太径化理論’を参考に、実際の具体物件に積極的に適用されている(図1)の「良いサイズ選定(ECSO)」を参照)。同社の国内における開発実績は合計319 MW

であり、その全てで導体サイズアップを実施して配線ロス率=1%程度を実現してきた。現状の配線ロス率の実態は、標準的な例に悪い例を一部加味するとおおよそ3%程度なので、(3%程度)－(1%程度)＝(2%程度)の改善(売電電力2%増)が図れたことになり、319 MW×0.02＝6 MW(1 MW級メガソーラー発電所6基分)もの節電に貢献したことになる。

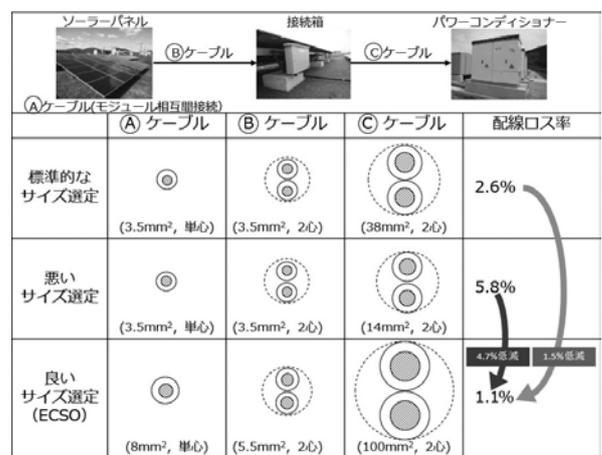


図1 ソーラーパネル～パワーコンディショナー間で生じる配線ロス

4. ECSO 設計によるサイズ選定

図2は、ある導体サイズ(200 mm²、以下当該サイズと言う)における電流とライフサイクルコスト(高稼働の工場、20年間の使用を例に計算)の関係を示したものである。電線のインシヤルコストは、その導体サイズで決まるのに対して、ランニングコストは、当該サイズの導体抵抗と電流の二乗とで決まる。両者を足したライフサイクルコストは、電流の二乗の関数となる。図2のグラフは1つ下のサイズ(150 mm²)と1つ上のサイズ(250 mm²)とともに、電流をゼロから増大させたときのライフサイクルコストの変化を示したものである。電流がゼロのときは、ランニングコストはゼロのため、ライフサイクルコストはインシヤルコストの値そのものを示す。また、ランニングコストは電流の二乗に比例するため、ライフサイクルコストは電流の増大とともに放物線を描き増大し、その傾きはサイズが大きいほど緩やかになる。そして、サイズごとの曲線同士の交点位置から、当該サイズ(200 mm²)のライフサイクルコス

トが最小となる電流の範囲 $I_{min} \sim I_{max}$ が決定される。この例の場合、下のサイズ(150 mm²)との交点 I_{min} (=107 A)と、上のサイズ(250 mm²)との交点 I_{max} (=151 A)との間が、200 mm²のライフサイクルコストが最小となる電流範囲となる。ここで I_{max} をECSO電流(I_{ECSO})といい、ECSO電流は負荷の稼働状況、すなわちビル(低稼働)と工場(高稼働)ごとに、それぞれの稼働係数に基づき算出される。具体的な計算例(電流=150 Aの場合)を以下に示す。

- ①ビルの場合：低稼働(昼間のみ100%稼働を想定)
 - ・ 導体サイズ100 mm²で $I_{ECSO} = 127$ A
 - ・ 導体サイズ150 mm²で $I_{ECSO} = 165$ A
 - ・ 電流=150 Aより、150 mm²に決定
- ②工場の場合：高稼働(昼間100%、夜間60~80%稼働)
 - ・ 導体サイズ150 mm²で $I_{ECSO} = 107$ A
 - ・ 導体サイズ200 mm²で $I_{ECSO} = 151$ A
 - ・ 電流=150 Aより、200 mm²に決定

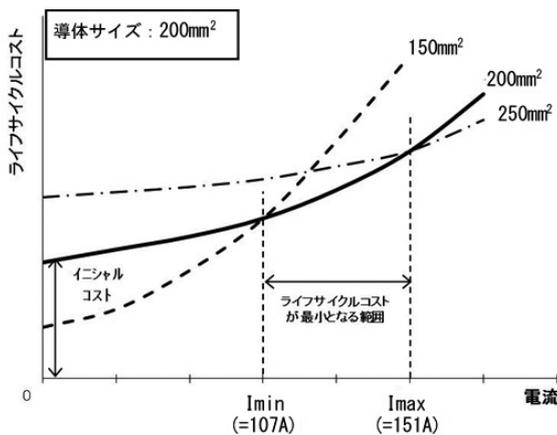


図2 ライフサイクルコストが最小となる電流範囲(工場の場合)

5. 導体サイズ決定手順

図3は導体サイズの決定手順、すなわち①許容電流→②電圧降下→③ECSOの流れの図である。最大負荷電流=150 Aの場合、許容電流、電圧降下によると導体サイズは100 mm²となる。一方、ECSO設計によると、ビル=150 mm²、工場=200 mm²となる。つまり、ECSO設計で決まる導体サイズは、許容電流、電圧降下で決まる現状サイズに比べて、ビルでは1サイズアップ(100→150 mm²)、工場では2サイズアップ(100→200 mm²)となる。

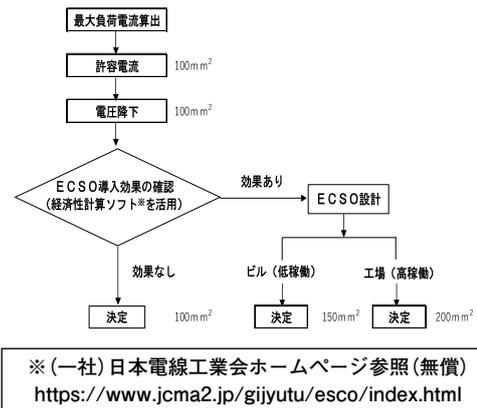


図3 ビル・工場内低圧ケーブルの導体サイズ決定手順

6. サイズアップに伴う問題と対応策

工場・ビルではケーブルはラック(棚)やピット(溝)に布設されるので、布設工事においてサイズアップに伴う本質的な支障はない。ただし、1サイズアップなら問題ないが、2~3サイズアップになると、配電盤や分電盤の配線スペースが狭い、配線用遮断器の接続端子部が小さい、電動機の電源端子箱が小さいといった問題がある。対策としては、中継端子台を設けて接続する工法(写真1)、およびケーブルの異径ジョイント工法(図4)の2つを推奨している。

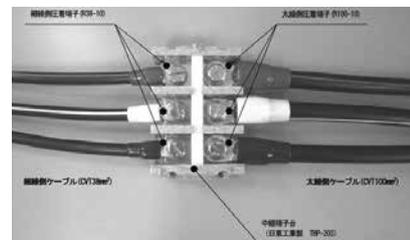


写真1 中継端子台(38 mm²+端子台+100 mm²)の例

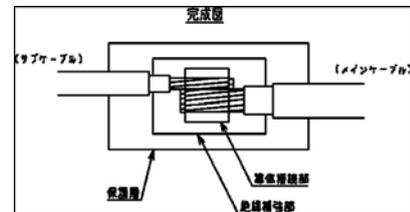


図4 異径ジョイント

7. 今後の予定

2021年予定の国交省建築設備設計基準(通称:茶本)改定、および同年予定の内線規程改定(格上げ:紹介→推奨)を目標に、'ビルは1サイズ、工場は2~3サイズアップ運動'のPR・啓発活動を展開する予定である。

(元(一社)日本電線工業会 益尾 和彦)

電線製造工程研修会（基盤研修）開催報告

1. はじめに

2017年度に初めて開催いたしました電線の製造における基本工程（伸線、撚り線、撚り合わせ）の座学研修を今回、福岡にて基盤研修として実施しました。以下、本研修の概要を報告します。

研修は2018年11月1日、2日の2日に亘って、福岡商工会議所（福岡県福岡市）の会議室にて開催いたしました。30名にご参加いただきました。

今回の研修は製造工程を広く把握する必要のある製造・技術スタッフ、工程スタッフもしくは現場係長およびそれに準ずる方を対象とし、伸線、撚り線、押出、撚り合わせの各工程での基本原理や設備の構造などを体系的に講義するとともに、電力ケーブルの両端と中間に必ず必要な接続部の基礎知識の講義を行いました。

今回、電線製造概論を住友電気工業（株）OBの近藤雅昭氏に初めて講義をしていただきました。

伸線工程、押出工程、撚り合わせ工程等につきましては、昨年に引き続いて昭和電線ホールディングス（株）OBの中村佳則氏に講義していただきました。

（一社）日本電力ケーブル接続技術協会専務理事の松村徹氏には昨年に引き続いて、電線・ケーブルの隣接技術である接続部について、講義をしていただきました。

2. スケジュールと研修プログラム

(1) 研修スケジュール

1 日 目	11月1日 10:30～16:40	受付
		開講：「研修のガイダンス」
		講義：「電線製造概論」
		講義：「伸線工程概論」
2 日 目	11月2日 9:00～14:40	講義：「燃線工程概論」
		受付
		講義：「押出工程概論」
		講義：「燃合工程概論」
		講義：「電線・ケーブル接続部の基礎知識」
		理解度テスト
		閉講：総括、アンケート記入

(2) 研修プログラム

概要	講師
「電線製造概論」 本研修の最初に電線・ケーブルの製造工程を通して概観します。	住友電気工業（株）OB/ 日本電力ケーブル 接続技術協会 OB/ JECTEC OB 近藤 雅昭氏
「導体・伸線」 伸線の仕組みと伸線工程の設備を説明します。	昭和電線 ホールディングス（株）OB 中村 佳則氏
「導体・燃線」 燃線機の種類と構造、出来る燃線の違いを説明します。	
「押出（絶縁・シース）」 押出原理と理論、押出機の構造を説明します。	
「撚り合わせ・テープ巻き」 撚合後、テープ巻機の種類と構造を説明します。	日本電力 ケーブル接続技術協会 松村 徹氏
「接続」 電線・ケーブルに必ず付属する接続部の基礎知識を電力ケーブルを中心に説明します。	



講義風景

3. おわりに

今回、このテーマでの研修会を初めて福岡で開催しました。大半は九州・中国・四国からの参加者で占めており、福岡で開催してよかったと考えております。

また、大阪や東北地方での開催を要望する声も届いております。

JECTECではご要望に応え、来年度以降も会員各社のニーズに合った地方での研修開催を進めてまいります。皆様のご参加をお待ちしております。

（情報サービス部 課長 平田 晃大）

平成30年度第2回 JECTEC 新人研修会 開催報告

1. 開催概要

今年度は、定員24名を大幅に上回るお申込みをいただきましたので、主に7月にお受けできなかった方々を対象とし、2回目の研修会を12月に当センターにて開催いたしました。以下に報告致します。

■日程 12月12日～12月14日(3日間)

■研修場所 JECTEC(静岡県浜松市)

■受講者数 14社20名

■講義・実習の概要

題目	概要	
講義	電力用電線・ケーブルの概要	電力用電線・ケーブルの種類として、送電線、配電線、屋内配線、機器用配線などがある。これらの各種電線・ケーブルにつき、構造、機能、特性等を概説する。
	通信用ケーブルの概要	通信用として使われるメタルケーブルと光ケーブルについて、構造及び特徴を概説する。
	コードを使用する配線器具について	コードを使用する配線器具(プラグ付きコード)を中心に、電安法の規定、ブレーカとの関係、かしめ接続方法、事故対策などを概説する。
	電線工業会の紹介と日本の電線産業の概要	電線工業会の活動内容と日本の電線産業の概要を統計資料をもとに解説する。
	JECTECで実施している試験の概要	JECTECで実施している耐火・耐熱特性、発煙特性、そして燃焼時発生ガス分析などの燃焼試験や電気試験、材料試験、機械試験、そして耐環境性試験などについて、試験方法を中心に紹介する。
	電線・ケーブルの製造方法	産業用電線・ケーブルを中心に製造方法や、製造現場において留意しなければならないことを説明する。
	電気用品安全法・JISの概要	製品表面に表示されているPSEマーク、JISマークの持つ意味の違いを把握するとともに、マークを表示するために必要な事項を説明する。
実習	電線・ケーブル被覆材料と環境規制	電線・ケーブル被覆材料に関する環境規制について、EUのRoHS指令、REACH規則を中心に説明する。
	燃焼試験	電線・ケーブルおよび被覆材料の難燃性を評価する方法を紹介し、代表的な試験がどのように行われるかを実習する。 垂直トレイ試験見学、一糸燃焼試験、酸素指数測定
	材料試験	ケーブルシースの引張試験片の作成と試験
	機械試験	加熱変形試験、低温・高温巻付け試験
	電気試験	導体抵抗測定 電線への通電発煙特性試験及び裸線の通電溶断特性試験
	材料分析	定格電流以上の配線(タコ足配線を含む)等によるトラブル例の紹介 ケーブル被覆材の材料分析
	水トリー観察	CVケーブルの水トリー観察
光ファイバ融着接続	光ファイバの融着接続の実習	

■研修風景

本研修の特徴は、普段、JECTEC職員が業務を行っている試験設備を使用して、電線・ケーブルの評価に関する実習を体験していただくことです。実習指導員の誘導で、グループごとに各試験場所へ移動し、11種類の試験を体験していただきました。



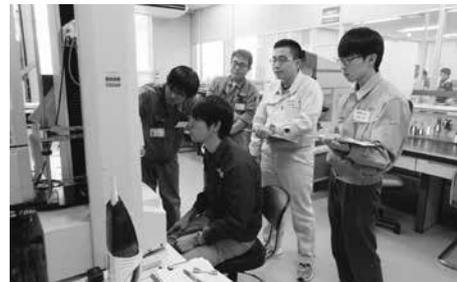
実習：光ファイバの融着接続



実習：垂直トレイ燃焼試験



実習：発煙濃度試験



実習：引張試験

2. 研修会を終えて

3日間という短期間でいかに効率よく学んで、試験を体験していただくかということを念頭にカリキュラムを毎年精査しています。特に実習では、分刻みのスケジュールで展開していきますので、教える側はいかにテンポよく、臨機応変に進め、理解を促すことができるか配慮して実習に臨んでいます。講義は、電線の基礎知識は勿論、電気用品安全法・規格制度の概要、電線業界を取り巻く環境規制、など多岐にわたります。電線業界で生きていくのに必要な知識を広く知っていただきます。「3日間では足りない」というご意見をアンケートでいただくこともしばしばです。本研修に求められる内容も様々ですが、これからも真摯にカリキュラムを練っていきたいと思います。

(情報サービス部 主任 児玉 晴加)

CV ケーブル技術講習会（中級コース）開催報告

1. はじめに

JECTECでは昨年度初めて接続部設計技術者を対象に「CVケーブル技術講習会」を開催しました。一般社団法人日本電力ケーブル接続技術協会（JCAA）殿のご依頼を受けた講習会です。

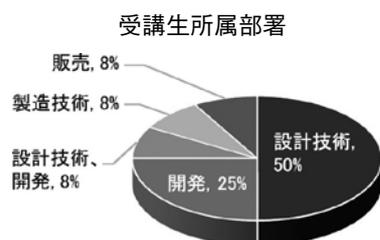
本講習会はJCAA殿が中堅の接続部設計技術者に教科書だけでは掴めないCVケーブル技術を、目で見て理解を深める機会を設け、現状に即した設計業務能力の向上、端末講習会実施時に現場を踏まえた適格な指示を出せる技術向上の一助としていただくため企画されたものに、JECTECが協力したものです。以下にその概要を報告します。

(1) 開催概要

■日時：平成31年1月24日、25日

■会場：JECTEC

■受講者数：12名



(2) 講習内容

2日間に渡り表1のカリキュラムで、CVケーブルの布設工事基礎、機械特性、劣化と診断技術、電力ケーブルの概要の講義を行いました。

また、CVケーブル接続部を使用した電気試験の確認、JECTECにある電力ケーブルや材料の試験設備の見学を行いました。

表1 CVケーブル技術講習会カリキュラム

CVケーブルの布設工事基礎	(株)関電工 向井 聡 氏
CVケーブルの機械特性	住友電気工業(株) 古沢 健一 氏
CVケーブルの劣化と診断技術	元湘南工科大学 海老沼 康光 氏
電力用電線・ケーブルの概要	情報サービス部長 倉田 勝
CVケーブル接続部での電気試験確認	技術サービス部 芝山 秀樹
JECTEC施設見学	情報サービス部



講義の様子

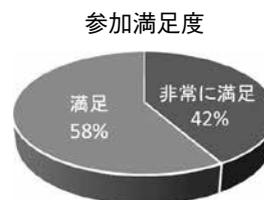


接続部電気試験の確認

2. 講習会を終えて

日頃JECTECの行っている研修は、電線・ケーブル業界の方々を対象にしておりますが、ユーザーである接続部設計技術者向けのカリキュラムとしております。昨年度のカリキュラムを、更に中堅技術者向けに変更致しました。受講生のみなさんには、大変熱心に聴講していただきました。研修後のアンケートにおいても、「工事現場の実情がよく分かった」、「実際の電気試験が確認できて良かった」「分かりやすかった」など嬉しいコメント等をいただきました。

今後も業界PRとなるユーザーの方々も含め会員社の皆様のニーズに合った研修・セミナーを企画してまいります。



(情報サービス部長 倉田 勝)

42年振りの浜松生活

情報サービス部の倉田と申します。

昨年4月にJECTEC出向のため浜松市内に赴任しましたが、元々は浜松市出身です。長男が小学生だった約20年前までは、盆暮れには、必ず家族4人で帰省していましたが、最近では中学校や高校時代の同窓会に数年に一度帰ってくる程度でした。

縁があり、大学生になり実家を離れて以来、42年振りに浜松に戻り、単身赴任生活をエンジョイしております。

42年前の浜松市と大きく変わった点を振り返ります。

2005年7月、12市町村が合併して、新「浜松市」、政令指定都市になりました。南北約73 km、東西約52 kmで、面積は数倍になり、こんな遠方まで浜松市なのかというのが実感です。

遠州鉄道は、浜松市の交通の大動脈です。今も昔も新浜松駅と西鹿島駅間を結ぶ、通称「赤電」と呼ばれる電車でした。JR浜松駅から北に延びる線路ですので、昔は踏切を渡る東西への車で往來がとても不便でした。現在、新浜松駅～上島駅までは、高架化され車の往來が便利になりました。

路線バスは、昔から不便でした。1984年浜松市営バスが財政危機から遠州鉄道バスに路線を移譲しましたが、そのことにより路線が減り、更に不便になりました。

JR浜松駅近くの古い作りの商店街は区画整理され、新しいビルが立ち並んでいます。その象徴地上45階建アクティシティ浜松は、建設された際、当時の浜松人には、あんなものを建てて使う人があるのかとの噂で持ち切りでしたが、何とか潰れずに持っているようです。

さて、浜松でどのような生活をしているかといえば、自宅の千葉県での生活とさほど変わりません。

移動のためには自動車が必要品です。夏の暑さ、冬の寒さも浜松の方が若干優しい(1～2度は違う)気がします。ほぼ同じで、過ごし易いです。千葉県でジュニアサッカーチームのコーチをしておりました。こちらでは高校時代の同級生が代表をしているジュニアチームで、土日で千葉に帰らない時だけ参加の無責任なコーチ(選手達には迷惑かな?)をして、ストレス解消をしています。J1ジュビロ磐田の試合の観戦には未だ行っていません。是非行ってみたいです。

ただ、千葉県の自宅から前の職場までは、電車通勤でしたので、車通勤だけで歩かない、運動不足で太るという不健康な生活になる恐れがあります。早朝に、家近くの四ツ池公園まで主に散歩をして、週2回ジョギングをしています。

また、実家である兄の家に居候しています。その趣味にも付き合っています。兄のサブのサイクリング車を借り、3回一緒にサイクリングに行きました。NHK大河ドラマのモデルになった井伊直虎ゆかりの龍潭寺、浜名湖唯一の島 - 礫(つぶて)島と瀬戸港に行きました。往復すると夫々30 kmか50 km程度の距離です。



小堀遠州 作 龍潭寺庭園

二条城庭園を作庭した「小堀遠州」作の龍潭寺庭園は、趣があり、その前に座ると落ち着きます。小学生時代に訪れたことを、ふと思い出しました。



浜名湖唯一の島、礫島

礫島には、ダイダラボッチがお弁当の中の小石を放り出してできたという伝説があるそうです。

昨年11月、大道芸人ワールドカップ in 静岡2018に、兄と二人で行ってきました。駿府公園や町中で、日本中、世界中から来た大道芸人の数々の芸が見られました。半日ですが、一日いても飽きが来ないと思います。2019年は11月1日～4日に開催される予定です。興味のある方は、そのホームページを確認して見てください。大道芸人の見応えある芸を見に行かれたらどうでしょう。

(情報サービス部長 倉田 勝)

週末の過ごし方（温泉・岩盤浴編）

技術サービス部の鈴木と申します。

突然ですが、みなさんは週末はどのように過ごされていますか？友人と遊ぶ方もいれば、映画を観る方、ゴルフなどスポーツをする方、ご家族と過ごされる方もいらっしゃると思います。

今回は、私の週末の過ごし方ということで、最近ハマってしまった温泉巡りについて書かせていただきます。

みなさんは、週末に疲れが溜まってしまいませんか？土曜日は昼まで寝てしまって...という方もいるのではないのでしょうか。私その1人です(笑)。そんな方に私がお勧めするのは温泉に行くことです。

みなさんは温泉や銭湯に行ったことはありますか？1960～1990年代には多くの場所に銭湯があり、定期的に銭湯へ行く人も多かったと思います。ですが、最近では銭湯の数は少なくなり、また、自宅のお風呂もかなり進歩し、わざわざ銭湯へ行く人は少なくなっています。入浴剤が普及していることも利用者が少なくなっている理由の1つかも知れません。

また、温泉に関しても山間部に多いため、都会に住んでいる人などはなかなか行きづらいかと思います。

実際、私も時間が取れず、温泉にはなかなか行けないのが実状です。(日本三名泉(下呂温泉・草津温泉・有馬温泉)はコンプリートしたいと思っています)

では、私は普段どこへ行っているのか？

答えは地元にあるスーパー銭湯です。

スーパー銭湯とは温泉ではないのですが、様々な効能の成分が含まれており、疲労回復にとっても期待できる施設です。また、多くのスーパー銭湯には岩盤浴という施設があり(後述)、新陳代謝の活発化など様々な効果があります。また、温泉から水を引く必要がないため、比較的都会に多く、近年、数が増えています。



私は金曜日の夜、もしくは土曜日に行くことが多いのですが、着いたらまず岩盤浴に入ります。

岩盤浴とは、天然石を加熱し、発生する遠赤外線によって体を温める施設で、水のいない温泉のようなイメージです。室温は50℃前後、湿度は60～80%あり、サウナに近い環境です。



岩盤浴には大きな効能が3つあり、

1. 代謝が上がり、脂肪燃焼
→ 体の芯から温められるため、代謝が良くなりダイエット効果があります
2. 発汗作用でむくみ解消・美容効果
→ かなり汗をかくため、余分な水分や老廃物を排出できます
3. 冷え性の改善
→ 遠赤外線により体の芯から温められるため、体の末端まで血液が届くようになります。

かなり熱いので、思っている以上に汗をかきます。私が初めて行った時は20分程度で、汗だくになっていました(笑)。慣れた方だと1～2時間くらいで終了する方が多いのですが、初めて行かれる方は苦しくなったらすぐに休憩・給水をしてください。少し低めの温度のところに入ると体が少しずつ温まり、気持ちいいです。

十分汗をかいたな、と感じたら最後にお風呂に入り汗を流して終了です。お風呂にも炭酸風呂や電気風呂などいろいろな種類があるので、試してみてください。

また、肩こりなどが気になる方は、お風呂上がりにもみほぐしなどをしてもらうのもよいかもしれません。お風呂から出ると疲れが取れ、体が軽くなったような感じがします。趣味に没頭したり音楽を聴いてリラックスするのもよいですが、肉体的な疲れを取るにはこの方法がとてもよいと感じております。

興味のある方、週末に疲れが溜まっている方は、ぜひ地元のスーパー銭湯に足を運んでみてはいかがでしょうか。

(技術サービス部 試験員 鈴木 悠真)

米沢電線株式会社

取締役社長

とおる 中澤 明 氏を訪ねて



今回は福島県郡山市にある「米沢電線株式会社」の本社・郡山工場を訪問し、中澤社長にお話を伺いました。

1) 会社の生い立ち・沿革

1944年(昭和19年) 米沢末広電線工業株式会社設立
1947年(昭和22年) 社名を米沢電線株式会社に変更
1965年(昭和40年) (株)ワイヤーハーネス製作所と合併
1979年(昭和54年) 郡山工場を新設(現本社)
2001年(平成13年) 新セカイ電線(株)(郡山)を合併
2006年(平成18年) 米沢の電線工場を郡山に集約
2013年(平成25年) 商号を「フジクラ電装」に変更、それに伴い電線・ケーブル事業を分割し新たに「米沢電線株式会社」を設立

2) 事業・製品構成

弊社は、(株)フジクラのエネルギー情報カンパニーグループの一員として産業用電線、配電ケーブル、配電部品、光ファイバーケーブルを主たる製品群とする総合電線メーカーであり、福島県郡山市に本社を置き、地場の電線会社として地産地消のきめ細かなサービスをお届けしています。また同時に再生可能エネルギーの拡大など、東北地方の発展に大きく貢献したいと考えております。

3) 開発状況・今後の事業展開

弊社の主力製品はIV、CV、CVV等の産業用電線とOC、OW等の配電ケーブルおよび配電機器が中心で製造技術自体は既に確立された分野だと思えます。したがって現在はその作り方に重点を置いています。人手不足・年齢構成から、カメラ、計測器、ロボット、タブレット等の最新技術を組み合わせ、いかに人手をかけず、楽に、高品質の製品を作り込んでいくかに注力しています。

4) 経営理念・方針

米沢電線は2013年に経営方針としてMVCV(M: Mission、V: Vision、CV: Core Value)を策定しました(米沢電線HPに掲載しております)。その中の企業理念(Mission)として「私たちは”つなぐ”技術と

製品を通してお客様の価値創造と社会の発展に貢献する」を掲げております。従業員全員が「それでお客様は満足ですか?」「地域社会に信頼されていますか?」を常に意識し業務に取り組んでいます。

5) 環境への配慮

弊社は、消費者の安全・安心に寄与できるものづくり活動及び製品サービスの基盤が環境との調和にあることを常に認識し、地域周辺の環境への影響の継続的改善と汚染の予防に努め、社会的責任を果たしていきます。

6) 趣味・健康法

趣味はスポーツ観戦で特にプロ野球の試合やTV番組をよく見ます。東北に赴任した現在は、楽天イーグルスを応援しています。

他には日本酒を少々嗜みます。東北地方はどちらのお酒も味わいがあります。いろいろな蔵元のお酒を飲み比べるのも楽しみの一つです。

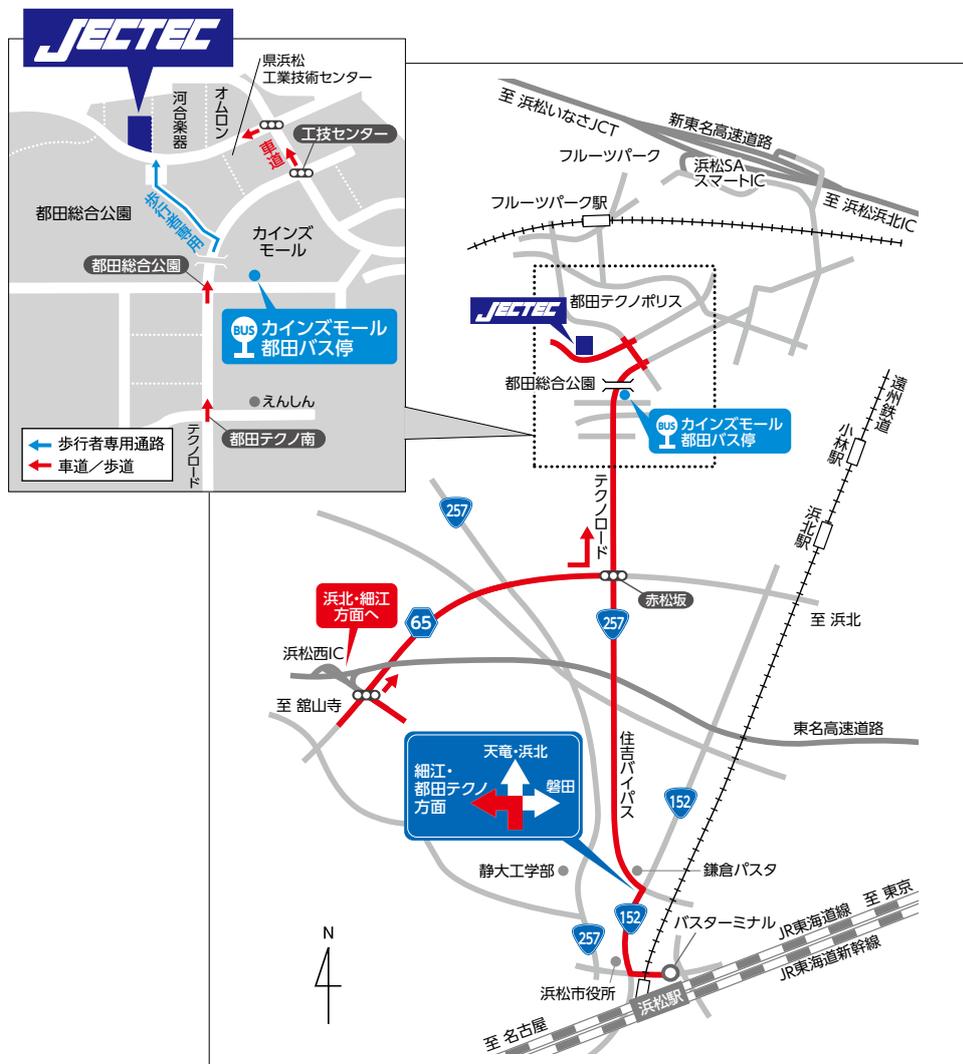
健康法はウォーキングです。1日1万歩を歩くように心がけています。東北は食べ物、お酒が美味しいので、やり過ぎないように注意しています。

7) JECTEC に対する意見・要望

毎年開催される新人研修会や、定期的で開催される電線押出・技能研修会等に参加させていただきありがとうございます。自社の製造技術しか知らない技能員にとっては、他社の参加者と交流することで多くの刺激を得るとともに、改善のための知見を得る等、非常に有意義な機会となっておりますので、今後も継続していただくようお願いいたします。

最近、弊社では評価試験をお願いした際、検査員の技能訓練を目的に検査立会を依頼するケースがあります。精度の高い測定結果を得るためのサンプル作成や測定方法に関する技能訓練等の機会を設けていただくとありがたいです。

(JECTEC回答: 新人研修会では電線・ケーブルについての各種評価・試験方法に関する実習を行っております。受講者やお客様のご要望を取り入れ、更に充実した研修を企画・設計するように心掛けてまいります。)
(聞き手: センター長 大西 正哉、文責: 情報サービス部長 倉田 勝)



センターへの交通のご案内

- | | |
|---|--|
| <p>●バス</p> <p>13番のりば</p> <p>56 『市役所・萩丘住宅・テクノ都田』</p> <p>行きに乗車し「カインズモール都田」下車</p> <p>(所要時間約45分) 徒歩約15分</p> | <p>●車</p> <p>・浜松駅から約40分(約15km)</p> <p>・遠鉄電車「浜北」駅から約20分</p> <p>・東名浜松西I.C.から約25分(11km)</p> <p>・新東名浜松SAスマートI.C.から約10分</p> |
|---|--|
- | ご注意 | バスは便数が少ないのでご注意ください。 <http://bus.entetsu.co.jp/index.htm>

表紙の写真:「都田総合公園にて満開のソメイヨシノ」

公園面積23.6haの都田総合公園は、広い敷地を有効に活用した魅力ある施設が充実しており、ウォーキングやジョギング、犬の散歩によく利用され、休日には家族連れでにぎわう浜松市民の憩いの場です。

JECTECの正門から歩いて約10秒くらいの場所にありますので、我々職員も昼休みにウォーキングに出かけたりと活用しています。写真に写りこんでいる人影は、若干中年太り気味かなと思わせる撮影者本人のものです。

朝日を浴びた満開の桜に思わず引き寄せられました。

弊センターへバスで来られる方は、上部の案内にありますように「カインズモール都田」バス停で下車し、都田総合公園を歩いて JECTEC まで歩いていただくことになります。少し歩きますが歩行者専用道路が整備されていますので、周囲の景観を楽しみながらお越しいただけると幸いです。

(技術サービス部 山下 和生)

無断転載禁