

# JECTEC NEWS

一般社団法人 電線総合技術センター

NOVEMBER  
2015.11  
No.76



浜名湖かんざんじ荘から浜名湖を望む 撮影：電線技術グループ 山田 正治

## CONTENTS

巻頭言.....	2	技術サービス	
技術レポート		・欧州鉄道車両防火規格に準拠した毒性ガス分析装置の導入.....	12
・高電圧電力ケーブルの絶縁診断技術の変遷.....	3	・Massy Yamada の物理教室 (その8)：フレミングの左手・右手の法則...	14
試験認証		研究開発	
・NEWS RELEASE 「国内初 世界レベルで鉄道車両防火規格試験を提供」.....	7	・低圧 CVT ケーブルの異径ジョイント工法の開発研究.....	16
・耐火・耐熱電線等認定・評定番号一覧表.....	8	情報サービス	
・タイ EBI 試験所審査について.....	9	・平成 27 年度 JECTEC 新人研修 開催報告.....	18
・TÜV SUD PSB シンガポール訪問.....	10	・「電線技術者・材料設計者のための電線押出研修会 (座学)」開催報告.....	20
・第 46 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム (電気学会 A 部門) に参加して...	11	談話室	
		・わが釣りバカ日誌.....	22
		会員の声.....	23

# 巻頭言



## JECTEC/JCAAのコラボレーション

一般社団法人 日本電力ケーブル接続技術協会  
専務理事

### 近藤 雅昭

JECTECとJCAAは「電気の安定供給に貢献する」という基本理念を同じくする団体です。両社の事業内容は異なるものの、持っている技術・ポテンシャルは同じ方向を向いているものと考えられ、世の中のニーズに合った新しい共同事業・共同研究が出来るのではないかと日頃から考えているところです。

一般社団法人 日本電力ケーブル接続技術協会(略称JCAA)は平成2年の法人化以来25年、工業時代を含めると40年という長い歴史を刻んで参りました。他の業界団体とは異なり、当協会の会員は「電線・接続部品メーカー」、「施工事業者」、「ユーザ(電力会社)」の3業界分野から構成され、いわゆる「三位一体の活動」を行っているのが特徴です。協会の基本理念は「電力供給の信頼度向上に貢献する部品・接続技術の維持と向上」であり、重点事業としては①接続部品の標準化・規格化、②施工技術の維持・向上活動、③環境問題・リサイクルへの対応、④海外の最新技術動向の調査と会員への情報提供等を行っています。

一方、JECTECは、電線製造業及び電線関連各社を会員とした社団法人として、平成3年の設立以来、日本で唯一の電線・ケーブルに関する技術の専門機関として研究開発、試験・認証、技術サービス及び情報サービスを4本柱として事業を推進しています。また、JECTECはJCAAにはない電線・ケーブルの安全性・信頼性に関する各種試験・研究設備が揃っていることが特徴かつ強みであると思えます。

このように、JECTEC/JCAAの事業目的、活動内容、会員構成等を比較していくと、改めて共通点が多く、新しいコラボレーションのテーマの存在を示唆しています。これからJECTEC殿と議論させていただきたいと思っておりますが、候補として挙げられるテーマをいくつか示してみたいと思えます。

一つ目は研究・開発的テーマとして「長期信頼性試験方法の共同開発」が挙げられます。電線・ケーブル及び接続部は高度成長期に大量に布設され、設備更新期を迎えていることや新技術・新材料の開発により、その長期信頼性を評価するニーズが高まっています。JECTECのもっている試験研究設備とJCAAの専門的技術を組み合わせる最適なテーマと考えています。

二つ目は会員社への技術・情報サービス事業として「技術講演会・セミナーの合同開催」が挙げられます。会員の役に立つ時宜を得た共通テーマを出し合って進めたいと思えます。

最後に、私事ですが、平成8年1月から3年間、JECTECに勤務した経験があります。当時は設立後5年が経過し、事業も軌道に乗りつつあり、導入した試験・研究設備も順調に稼働、ようやく事業収入が1億円を超える規模に成長してきたと記憶しています。その後、16年の間に試験認証事業の拡大等、順調に事業規模を拡大し、昨年度の事業収入は3億円規模になっていること、関係者のご努力に敬意を表します。JECTEC殿には会員のニーズに応え、今後もますます発展することを祈念しています。

## 高電圧電力ケーブルの絶縁診断技術の変遷

湘南工科大学 客員教授 海老沼 康光  
一般社団法人 電線総合技術センター 会長

### 1. まえがき

電力系統に高電圧電力ケーブルが多く使われている。これらの電力ケーブルは布設されると、30年以上長期に渡って使用される。この間、ケーブル絶縁体は高電界となる。この絶縁部分に万一欠陥があったり、過酷な状態で使用されると、劣化が課題となる。そのため保守管理の一環として絶縁診断が重要で、各種絶縁診断技術が開発されている。これらの絶縁診断技術の変遷を述べ、今後の技術動向を検討する。

### 2. 電力ケーブルの絶縁診断技術の歴史的経緯

日本の電気事業は、1882年設立の東京電燈から始まり、1912年には電力ケーブルが使用されている。それから36年経過後の1948年から組織的に電力ケーブルの絶縁診断が研究開発されている。その研究開発の経緯を表1に示す。同表によると、新しい種類の電力ケーブルの開発と共に適宜絶縁診断技術の調査研究が電気協同研究会や電気学会で行われている。

表1 電力ケーブルの絶縁診断技術の経緯

年	電力ケーブルと絶縁診断技術
1912	3.3kV 3芯ゴム絶縁水底ケーブル採用
1930	日本初の66kV OFケーブル採用
1948	特殊法人「日本発送電株式会社」(1939年設立)の研究所内に「絶縁劣化早期検出調査委員会」(1948年)の設置
1950	電協研「絶縁監視専門委員会」の設置 絶縁診断関連の3書籍の発刊 <sup>(1)~(3)</sup>
1959	日本初の3.3kV CVケーブルの採用
1970-1980	電気学会や電気協同研究会で絶縁診断関連の委員会が多く開催され、議論。
1988	500kV半合成紙絶縁OFケーブル採用
1996	500kV CVケーブル採用
2000-2012	最新の「電力設備の絶縁材料と劣化診断技術」の技術報告書 <sup>(4)</sup>

#### 2.1 初期の絶縁診断技術

1950年代に電力ケーブルを含めた電力機器の絶縁診断法の必要性が高まり(表1参照)、次の著書が順次発刊されている。まず、これら3つの著書の概要を紹介する。

- ・1952年:「新しい絶縁材料」鳳 誠三郎 著
- ・1953年:「電気施設の絶縁診断法」法貴 四朗 著
- ・1954年:「絶縁劣化検出法の実際」寺瀬 斉 著

#### (1)「新しい絶縁材料」(鳳誠三郎著)

本著書の内容を調査すると、1952年当時の絶縁材料と絶縁特性試験が記述されている。これによると電力ケーブル(油浸紙ケーブル)の「絶縁診断法」(表2)としては、 $\tan \delta$ 法および直流成分法が開発され、使用されている。これらの手法は現在CVケーブルでも実施されている基本的な手法と考えられる。

表2 著書「新しい絶縁材料」における絶縁診断法

絶縁診断法	手法
① $\tan \delta$ 法	・ $\tan \delta$ の電圧特性における急上昇に注目
②直流成分法	・絶縁体は油浸紙であるが、劣化によって発生する直流成分現象に注目し、診断に活用 ・東京大学福田節雄教授の考案による新しい手法開発(図1参照)。

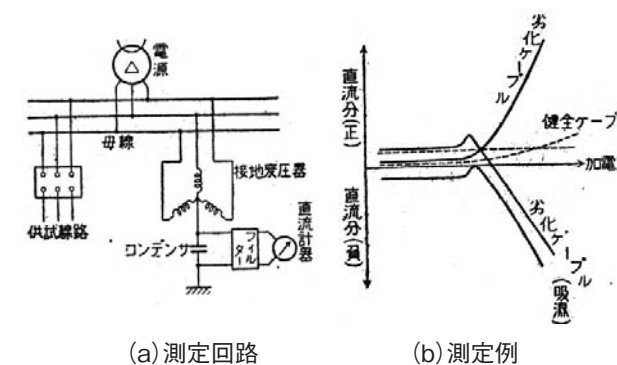


図1 福田節雄教授による直流分測定<sup>(1)</sup>

#### (2)「電気施設の絶縁診断法」(法貴四朗著)

本著書には、現在の絶縁診断技術の基本となっている多くの手法(絶縁抵抗、 $\tan \delta$ 、部分放電、直流分)が記述(表3)されている。このことから、絶縁診断技術の基盤がこの時期に確立されたと考えられる。

ループアンテナによる部分放電検出は、特に回転機コイルの不具合箇所探査(位置標定)を示唆している。また、衝撃波を印加した伝搬特性による異常箇所(図4中の小さな反射波)の検出も示されている。



表3 「電気施設の絶縁診断法」<sup>(2)</sup>における絶縁診断法と計測手法など

① 絶縁抵抗: 現在のメガ試験のみならず、直流高電圧の要素も含んでいる。 測定器: 手回しメガ、小型整流管など(6~10kV) (a) 絶縁抵抗値 (b) 弱点比: $R_{E1}/R_{E2}$ (測定電圧: $E_1 < E_2$ )
② $\tan \delta$ : 測定値が形状に左右されない特長がある。 (a) 低力率電力計法 印加電圧V、電流I、損失電力Pから $\tan \delta$ を算出 (b) 携帯用精密型損失角計 ( $\tan \delta$ 計) 0.5[%]~25[%]の測定感度 (c) 逆シェーリングブリッジ法: 現場測定用に工夫し、測定感度は $\tan \delta$ 値で0.1[%]を達成 (d) 簡易ブリッジ型損失角計: 全目盛100[%]で、数[%]程度の測定が可能 (e) 活線 $\tan \delta$ 測定(常時絶縁監視可能): 活線測定用に工夫した方法が記載されている。 ・零相変圧器(OPT)を利用する方法 ・CTを被測定ケーブルの両端に取り付け、それらを差動的に使用する方法(図2) ・商用周波数とは異なる周波数(高周波)を線路に重畳して測定する方法(図3) ・特殊なPCTにより、電圧と電流の位相差を測定する方法で、測定範囲は0.5[%]程度から25[%]
③ コロナ放電(部分放電)の検出 (a) 高周波振動(現在の部分放電)の検出 ・シェーリングブリッジの平衡を取った後、さらに電圧上昇すると、平衡検出器に部分放電による信号が現れる。 ・ループアンテナなどの利用: 特に回転機コイルにおいて、発生箇所探索の試みも記述あり。 (b) コロナパルスの大きさとその数の計測
④ 衝撃波(インパルス)電圧による異常検出 (a) 衝撃波(インパルス)電圧を印加して、電圧の反射特性や伝搬特性から異常検出。図4の(a)やや劣化、(b)空隙あり、(c)劣化品: 単独突起波形あり (b) さらに、上記方法をコロナ放電に適用し、発生位置や発生個所の特定に拡張。
⑤ 直流分の測定 ケーブルの例(図5): 活線状態で、ケーブルの低压側(遮蔽層側)と大地間に直流電流検出器を挿入し、微弱な直流分(直流電流)を測定。 当初は油浸紙ケーブルで研究されていたが、後にCVケーブルの水トリー劣化検出に発展。

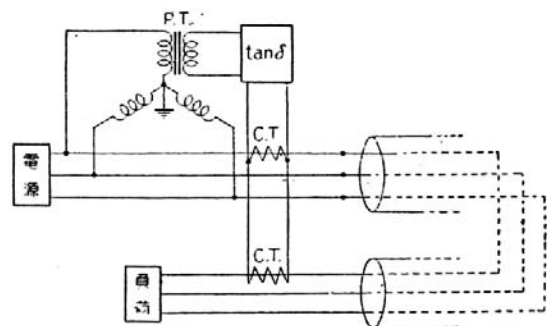


図2 活線  $\tan \delta$  測定 (CTの差動的手法) <sup>(2)</sup>

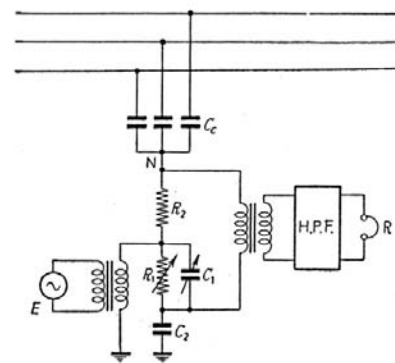


図3 高周波重畳による活線  $\tan \delta$  測定 <sup>(2)</sup>

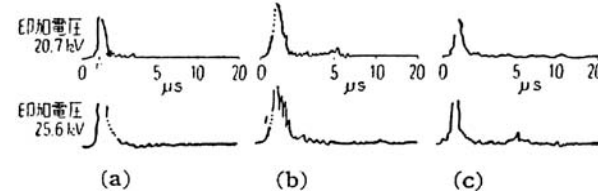


図4 インパルス電圧による異常検出の例 <sup>(2)</sup>

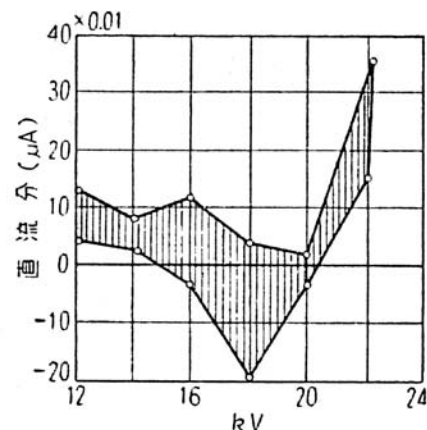


図5 (a) ケーブルの直流分測定例 (1) <sup>(2)</sup>

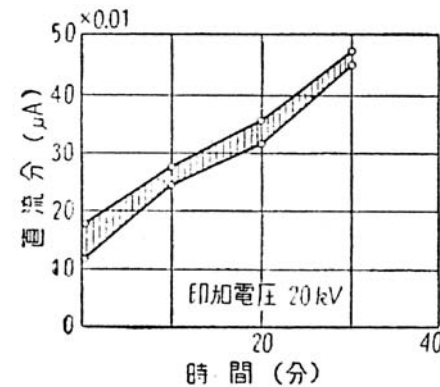


図5 (b) ケーブルの直流分測定例 (2) <sup>(2)</sup>

(3)「絶縁劣化検出法の実例」(寺瀬齊著)

これまで述べてきた「新しい絶縁材料」や「電気施設の絶縁診断法」に引き続き、1954年に本書が発行され、多くの検出法が対象機器毎に計測機器も含め、詳しく記載されている。そのうち、「新しい絶縁材料」や「電気施設の絶縁診断法」に記載されていない「交流電流試験法」を以下で紹介する。

交流電流測定法(高圧交流法): 交流電圧における「電圧-電流特性」(図6(a)、図6(b)で、絶縁物の劣化程度と劣化状況(吸湿、劣化、空隙など)を判定できる。

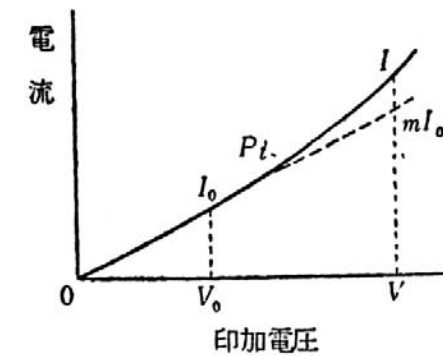


図6 交流電流測定法  
(a) 電圧-電流特性 <sup>(3)</sup>

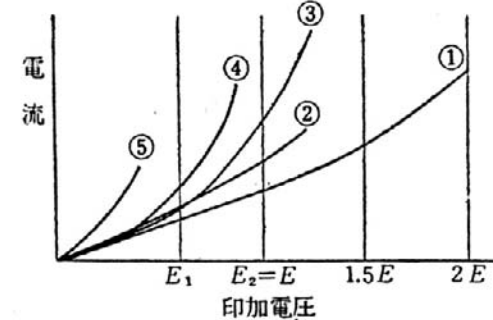


図6 交流電流測定法 (E: 定格電圧)  
(b) 電圧-電流特性と劣化状況 <sup>(3)</sup>

なお、図6(b)中における○印中の数字は、  
①絶縁良好、②吸湿、③絶縁劣化、  
④さらに進行した絶縁劣化、⑤著しく絶縁劣化で、劣化状況を表わしている。

2.2 1970~1980年代の診断方法

この時期に、電気計算「機器メンテナンスと故障診断の実例(1976年臨時増刊号Vol.44)」が発刊されている。電力機器を保守管理している技術者のニーズが再び高まってきた時期と考えられる。

また、電気学会においても、委員会活動の後に、技術

報告「絶縁劣化診断方法(定格電圧3.3kVおよび6.6kVの回転機および電力ケーブルについて)1984年」が発行されている。この技術報告にも多くの絶縁診断方法が記載されている。これらは表3に記載した絶縁診断方法と重複するが、電力ケーブルに関しては新たな診断項目もある。それらを表4に示す。

表4 技術報告「絶縁劣化診断方法1984年」における電力ケーブルの新たな診断法

名称	内容
成極指数PI	直流電圧印加後、1分値と10分値の抵抗値データからPI= $(R_{10}/R_1)$ で定義していたが、ここではPI= $(I_{10}/I_1)$ のように現在用いられている電流値の定義となっている。
トリー劣化の診断法	・直流漏れ電流特性: 電流値の増大や変動 ・部分放電電荷量と印加電圧の特性

2.3 2012年代(最新)の絶縁診断方法

最近発行された報告書は「電気学会技術報告: 電力設備の絶縁材料と劣化診断」(電力設備の絶縁材料から見た劣化診断技術調査専門委員会編)で主にCVケーブルの絶縁診断法が取りまとめられている。この最新の絶縁診断技術の状況をまとめ直して表5に示す。同表には歴史的位置付けも参考に記載した。

表5では、絶縁劣化形態によってA~Dに分類している。もし、複数の診断法を試みる場合はA~Dのそれぞれから選択した診断法を採用すると効果的と考えられる。また、最近望まれている「オンライン」計測には注釈「OL印」を付けた。これらのことを踏まえて検討すると、次の傾向が見られる。

- ①多くのオンライン計測の傾向が見られる。これらの中には目的とする信号を確実に捉えるために、送配電に影響しない程度の低電圧の直流、低周波電圧、交流電圧を送配電の電圧に重畳する工夫もある。
- ②部分放電検出は多くの電気機器の診断に共通である。特にオンライン計測ではノイズ除去が重要な課題である。また、停止して測定する場合は現場測定に適した高電圧発生装置が必要となる。一般的には直流高電圧発生装置が現場向きであるが、直流印加では万一欠陥があっても部分放電が発生しない傾向がある。このため、電源容量が少なく済む超低周波高電圧が開発されている。
- ③ケーブル・付属品では運転電圧より低電圧(直流、低周波、交流など)を送配電電圧に重畳して印加し、劣化検出精度向上の試みが多く見られる。

表5 2012年代におけるCVケーブルの絶縁診断技術の一覧

劣化形態	絶縁診断方法	歴史的位置付け
A:絶縁体の劣化進展過程で発生する現象	*部分放電 ・AC:OL ・DC ・超低周波	・オンライン計測の導入 ・印加電圧として超低周波高電圧の導入
B:絶縁体の劣化に伴って変化する物性	*誘電正接:OL *絶縁抵抗 ・絶縁抵抗法 ・漏れ電流法 ・電位減衰法	・オンライン計測の導入 ・高圧ケーブルに対する安定な計測の試み(電位減衰法)
C:絶縁体の劣化によって発現・強調される現象	・直流成分法:OL ・損失電流法:OL ・脈動法:OL	・オンライン計測手法の積極的な導入
	・直流電圧重畳法:OL ・低周波重畳法:OL ・交流重畳法:OL ・残留電荷法	・オンライン計測手法の高感度化 ・新たな診断手法の導入
D:故障モードの発生、その他	・熱画像劣化診断法:OL ・遮蔽抵抗法	

\*OL:活線測定可能な手法

### 3. 絶縁診断技術の今後の動向

電気エネルギーの送配電に不可欠な電力ケーブルは、ますます高電圧化が望まれており、絶縁部分は“高電界”に向かっている。このため、保守管理として絶縁診断技術がますます重要となる。この絶縁診断技術のキーワードは次のように考えられる。

- ・早期検出 定期診断 ⇒ 常時診断：計測・診断・発信
- ・異常発信
- ・オンライン化(常時計測&診断)  
⇒ センサの小型高性能化、マイクロチップ化  
⇒ データの保存とオンライン警報発信
- ・機器の重要度に応じた総合診断

#### 参考文献

- (1) 鳳 誠三郎：新しい絶縁材料(1952年)
- (2) 法貴 四朗：電気施設の絶縁診断(1953年)
- (3) 寺瀬 齊：絶縁劣化検出法の実験(1954年)
- (4) 電気学会技術報告第1245号(2012年)

## NEWS RELEASE「国内初 世界レベルで鉄道車両防火規格試験を提供」

### 1. はじめに

JECTECは、2015年7月13日にニュース・リリースを行いましたので、内容をご案内いたします。同記事はJECTECホームページにも掲載しております。

### 2. NEWS RELEASE 内容

#### (1) 概要

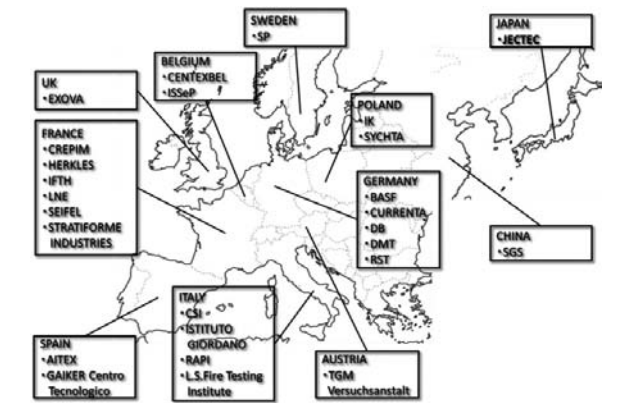
世界でもっとも厳しいとされる鉄道車両防火規格(EN45545-2)に規定された防火試験に関し、一般社団法人電線総合技術センター(会長 海老沼康光)(以下「JECTEC」という。)は、本年2月、フランスの鉄道産業分野の認証機関から、発煙性、発熱性などの試験で、欧州試験機関と同等の試験データが提供できる試験所として、国内で初めて承認されました。

近年、欧州、アジア諸国において高速鉄道の建設が盛んになっているなかで、今後、JECTECでは試験項目の拡大を図るなど、鉄道車両用電線・部材の火災安全性試験サービスの充実を図っていきます。

#### (2) 鉄道車両防火規格 EN45545-2 の概要

EN45545-2は、欧州における鉄道車両の国家間相互運用(Interoperability)を考慮し、従来、各国独自の規制で運用されていた鉄道車両の防火性能に関する要求事項を欧州域内で統一することを目的に開発された規格で、2013年から欧州域内の鉄道車両用部材の防火性能を規制するために用いられています。現状は、BS(英)、NF(仏)、DIN(独)など各国の防火規格と併存していますが、近い将来、EU加盟国は、自国の鉄道車両防火規格をこの規格に置き換えることとなります。

当該規格では、鉄道車両に用いられるケーブル、壁材、床材、シート材等の各種部材の防火性能要求として、車両の区分毎に各部材に要求される炎伝播特性、発熱性、発煙性及び燃焼ガスの毒性等についての規制値が定められており、日本のメーカーが鉄道車両を輸出するにあたりクリアしなければならない重要な規格の1つとなっています。



CERTIFER 承認試験所

#### (3) フランス認証機関 CERTIFER の概要

CERTIFER(資本金：€5,212,200)は、非営利団体であるCERTIFER ASSOCIATION及び技術監査、マネジメントコンサルティング等を提供する企業であるApaveがそれぞれ65%及び35%を保有するフランスの鉄道産業分野に関する認証機関です。

CERTIFERは、鉄道防火に関する評価試験について、毎年試験所間比較試験を主催しており、参加した試験所の中で良好な結果が得られた試験所を承認試験所として、web site上で公開しています。欧州においてCERTIFERの承認は、試験結果の信頼性の1つの証として認識されています。

昨年開催された試験所間比較(EUROCOMPARISON 2014)には、11ヶ国(欧州9ヶ国、アジア2ヶ国)から27ヶ所の試験所が参加しており、欧州からは、EXOVA(英)、CURRENTA(独)、LNE(仏)、SP(スウェーデン)等国際的に鉄道車両防火試験を幅広く提供している試験機関が参加しています。アジアからは、JECTECの他SGS(中国)が参加しました。

#### (4) 今回承認を受けた試験項目

今回のEUROCOMPARISON2014においてJECTECが承認を受けた試験項目は、次のとおり、車両の壁材、床材、シート材等の複数の部材に対して要求されている試験であり、欧州に鉄道車両を輸出する際に必要となります。

- ・酸素指数測定
- ・コーンカロリメータ発熱性試験
- ・シングルチャンバ発煙性試験



### (5) 今後、承認を目指す試験項目

JECTECでは、上記3項目の試験以外にもEN45545-2において規定されている各種部材に対する防火試験を実施しており、本年、CERTIFERが主催する試験所間比較EUROCOMPARISON2015において、これらの試験項目についても承認されることを目指しています。

本年新たに承認を目指す試験項目は、次のとおりです。

- ・ FT-IR 燃焼ガス毒性評価試験
- ・ ケーブル一条燃焼試験
- ・ グループケーブル垂直燃焼試験
- ・ ケーブル発煙性試験



コーンカロリメータ発熱性試験

### 3. おわりに

今後も JECTEC では、ニュース・リリース、ホームページなどに積極的に情報を発信して参ります。ご期待下さい。

(燃焼技術グループ 次長 深谷 司)

## 耐火・耐熱電線等認定・評定番号一覧表 平成 27 年 6 月～ 9 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
<b>低圧耐火ケーブル(電線管)</b>				
JF1190	H27.6.19	古河電工産業電線(株)	—	600Vポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル
<b>高圧耐火ケーブル(電線管)</b>				
JF6034	H27.9.28	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ブル
JF6035	H27.9.28	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ブル
JF6036	H27.9.28	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ブル
<b>小勢力回路用耐熱電線</b>				
JH8197	H27.8.25	(株)フジクラ	—	架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル
<b>高難燃ノンハロゲン低圧耐火ケーブル(電線管)</b>				
JF21123	H27.8.25	古河電工産業電線(株)	—	600V架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル
JF21124	H27.8.25	古河電工産業電線(株)	—	600V架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル
<b>高難燃ノンハロゲン高圧耐火ケーブル(電線管)</b>				
JF26041	H27.9.28	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ブル
JF26042	H27.9.28	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ブル
JF26043	H27.9.28	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ブル
JF26044	H27.9.28	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ブル
JF26045	H27.9.28	(株)フジクラ・ダイヤケーブル	西日本電線(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ブル
JF26046	H27.9.28	(株)フジクラ・ダイヤケーブル	西日本電線(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ブル
<b>高難燃ノンハロゲン小勢力回路用耐熱電線</b>				
JH29035	H27.6.19	タツタ電線(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ブル
JH29037	H27.9.28	西日本電線(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ブル
評定番号	評定日	申請者	製造者(連名申請時)	品名
<b>耐熱形漏えい同軸ケーブル等</b>				
JH0048	H27.7.20	古河電気工業(株)	岡野電線(株)(九州ネットワークケーブル(株))	
<b>耐熱光ファイバケーブル</b>				
JH2036	H27.7.20	オリエントブレイン(株)	日鐵住金溶接工業(株)	耐熱光ファイバケーブル
JH2037	H27.7.20	オリエントブレイン(株)	日鐵住金溶接工業(株)	耐熱光ファイバケーブル
JH2038	H27.7.20	オリエントブレイン(株)	日鐵住金溶接工業(株)	耐熱光ファイバケーブル
<b>低圧耐火ケーブル接続部</b>				
JFS0048	H27.8.25	住電朝日精工(株)	—	低圧耐火ケーブル接続部(直線接続)

## タイ EEI 試験所審査について

### 1. はじめに

JECTECは、2006年の日タイ経済連携協定(JTEPA)により、タイ王国の検査機関であるEEI (Electrical and Electronics Institute) と電気用品安全法に基づく特定電気用品(以下、PSE)の適合性検査で業務協定を結んでおり、タイで生産される電線・ケーブルのPSE適合性検査で、EEIの検査結果が活用できていることになっています。

このため、JECTECは3年に1回の頻度で現地に出向き、技術審査を行っています。ここでは、本年8月に実施したEEIの技術審査についてご紹介致します。

### 2. 審査の内容

技術審査では、EEIの検査が、ISO/IEC17025に適合した品質管理体制で実施されていることを確認します。ただし、EEIはISO/IEC17025に適合した試験所として認定されていますので、JECTECでは、主に技術的な内容について確認します。

主な確認事項としては、試験要員の資格認定、試験方法の妥当性、試験機器の管理、測定の不確かさの推定、試験結果の品質保証等があります。これらについては、書面の確認及び試験のデモ等によって要求事項への適合性を審査していきます。

### 3. 審査結果

審査は、EEIの品質管理者のSunidaさんに対応いただき実施しました。Sunidaさんは、JTEPAの教育プログラムの一環である研修を、かつてJECTECで受講した経緯があります。現在は、ISO/IEC17025の要求事項に精通し、こちらからの質問に対し、的確に回答いただきました。特に測定の不確かさの推定結果においては、試験装置の特性、環境要因の影響などを適切に評価していることから、試験方法、試験の精度等に対する理解度が高いことが窺えました。

また、技術試験の確認として、試験員の1人であるChanyutさんには、日本から持参したケーブルの電気用品技術基準の解釈に基づく数種類の試験を対応いただきました。サンプル作成、測定、結果の算出等の試験方法の手順、試験規格の理解度の高さが

見てとれました。ChanyutさんもJECTECでの研修に参加されたスタッフですが、研修時に習得された内容に基づき、正確に検査をされていました。

これらの内容から、EEIでの検査業務は、ISO/IEC17025の要求事項に適合した品質管理体制の下に実施されており、検査結果のデータの信頼性が確保されていることが確認できました。



JECTEC・EEIスタッフとの集合写真

右からChanyutさん、Sunidaさん

### 4. 終わりに

Sunidaさん、Chanyutさんが、研修のためにJECTECを来訪されてから、約8年が経過しました。当時はPSEの理解が浅い彼らでしたが、現在では着実に実力を身につけ、EEIの中でも重要な役割を担うスタッフに成長していることがわかりました。EEIの検査機関としての水準も堅調に向上している様子が見られ、日本国内の検査機関と肩を並べる日もそう遠くないとの印象を受けました。

JECTECも現状に甘んじることなく、検査能力の向上を追求していきたいと考えております。

(試験認証部 副主席研究員 平田 晃大)



## TÜV SUD PSB シンガポール訪問

### 1. はじめに

現在、JECTECでは、電線の燃焼試験に使用する試験機を用いて、海外規格に基づく鉄道車両用部材の防火試験を実施している。しかし、現状のJECTECの設備においては、実施できない試験項目もあり、これらの試験については、お客様の要望により海外の試験所に実施を依頼している。今回、試験を依頼している試験所の一つである、TÜV SUD PSBシンガポールの火災試験所を訪問し、JECTECから依頼している試験の実施状況を確認するために試験の一部及び保有する試験設備の見学をさせて頂いた。

### 2. TÜV SUD PSB 火災試験所の概要

火災試験所の所在地は、マレーシアとの国境付近である。現在29名のスタッフ(すべてがフルタイムスタッフ)で運営しており、対応している試験規格は、BS, EN, IEC, ISO等である。東南アジア諸国のクライアントを中心に現在460社ほどのクライアントを有する。その他、サウジアラビア、英国、本国(ドイツ)のTÜV SUDからの依頼試験も実施しているとのことである。

### 3. 火災試験所の主な業務内容

現状、主となるクライアントは建築分野の企業であり、現状の主要業務は、3m四方の大型の炉(日本の壁炉相当)を用いた耐火試験である。シンガポールでは、耐火建築部材は認定取得後も毎年性能評価を行なう必要があることから、これらの耐火試験は、かなり忙しいとのこと。現状では、試験実施まで3ヶ月待ちとのことであった。

その他、欧州建築資材規制(CPR)に対応した装置を一通り保有しており、CPRにおけるケーブル燃焼試験であるEN50399も導入準備が整っている。

このようにEN規格の装置を多く導入しているのは、東南アジア諸国において建築分野における、EN規格の適用が広がっていることが背景にあるようである。

JECTECが依頼している鉄道車両用部材の試験については、BS規格及びEN規格に基づく試験が一通り実施可能である。しかし現状では、同様の試験が要求される建築部材の試験依頼が殆どのようなのである。

なお、規格に基づく試験は、すべてISO/IEC17025試験所認定の範囲に含まれており、試験の品質及び試験結果の信頼性の確保が図られている。

### 4. JECTEC への要望

JECTECは、TÜV SUD PSBに試験を依頼するだけでなく、先方から試験を受託することもある。先方から受託する試験の主なものは、ASTM E84(スタイナートネル試験)に基づく建材の評価試験であるが、火災試験所の副所長であるJoseph Chang氏から、近年試験所認定のない試験結果は、顧客に受け入れられないケースが多くなっているとのこと、このASTM E84試験について、ISO/IEC17025試験所認定を取得してほしいとの要望があった。

### 5. おわりに

TÜV SUD PSBは、試験の実施状況、保有する試験設備の管理状況、試験所認定の取得状況から、本試験所がISO/IEC17025の要求事項に従って適切に運営されていることが確認できた。

実施している規格試験は、全てISO/IEC17025試験所認定範囲に入っているとのこと、この分野においても、試験所にとって試験所認定が重要なものとなってきていることを実感した。今後JECTECにおいても、特に海外顧客向けの試験については、積極的に試験所認定範囲に追加していく必要があるであろう。

今回の訪問では、担当のScott Lim氏、火災試験所の副所長であるJoseph Chang氏に大変親切に対応頂いた。ラボの見学、質疑応答にも快く対応して頂き、今後の良好な協力関係を築くための貴重な機会となった。

(燃焼技術グループ 次長 深谷 司)



## 第46回電気電子絶縁材料システムシンポジウム(電気学会A部門)に参加して

### 1. はじめに

平成27年9月3日～9月5日にかけて、九州工業大学で開催された掲題のシンポジウムに参加したので、その様子を、写真を中心に紹介する。

筆者は、豊橋技術科学大学の穂積先生の依頼を受けて、特別講演として

「電線・ケーブルの構造及び劣化事象について」を講演した。

なお、JECTECの会長である湘南工科大学の海老沼先生は、矢作賞記念講演として

「電力機器の絶縁劣化診断技術の変遷」という内容で講演された。

### 2. 九州工業大学について

私は初めて九州工業大学を訪問したが、歴史のある大学との印象を受けた。開学の碑文によれば、安川敬一郎先生と松本健次郎先生の父子が開学に尽力し、明治42年にこの地に本学を開学し、明治専門学校と称したとある。昭和24年には大学に昇格し、その名を九州工業大学と改めたとあり、父子と協力して開学にあたった山川先生(元白虎隊士、後に東大総長)、初代校長的的場先生(東大教授)の名も碑文に列記され、4人の銅像が建立されていた。

### 3. シンポジウムについて

シンポジウムでは、多数の講演の他、多数の実機デモや多数のポスターセッションも開催され、大いに賑わっていた。今回の総責任者である田中先生(東京都市大学)によれば、参加者は170名であり、近年になく盛況であった由。

### 4. 当日の写真



写真1 海老沼先生の講演



写真2 筆者の挨拶(左)、右は田中先生



写真3 筆者の講演風景



写真4 実機デモとポスターセッション



写真5 懇親会参加者の記念撮影

(電線技術グループ 山田 正治)



# 欧州鉄道車両防火規格に準拠した毒性ガス分析装置の導入

## 1. 背景

欧州においては、鉄道車両に使用されるケーブルを含む様々な設備や部材に高度な防火安全性能が要求されており、欧州各国ではBS (英)、DIN (独)、NF (仏) などそれぞれ独自の国家規格が制定されている。そのため、車両部材メーカーは、各国ごとの要求に応じた材料認証の取得や国境を跨いで運行される国際列車には、運行される複数の国の規格に適合させた材料を用いるなど煩雑な対応が必要となっている。



写真1 フランスTGV (左)とドイツICE (右)

欧州の鉄道車両防火規格であるEN45545-2は、鉄道車両の防火安全性能に関する要求事項を欧州域内で統一することを目的に開発され、2013年から用いられている規格である。現在は移行期間として、各国の防火規格と併存しているが、2018年からは、EU加盟国は、自国の鉄道車両防火規格をこの規格に置き換えることが予定されている。

当該規格では、鉄道車両に用いられるケーブル、壁材、床材、シート材等の各種部材の防火性能要求として、車両の区分毎に炎伝播特性、発熱性、発煙性及び燃焼ガスの毒性等についての規制値が定められており、日本のメーカーが鉄道車両を輸出するにあたり、クリアしなければならない重要な規格の一つとなっている。

JECTECでは、これまで英国BS規格などに規定されている毒性試験を実施できる体制を整えてきたが、平成27年6月、EN45545-2で新たに規定されたスモークチャンバを用いた燃焼ガスの毒性試験(Annex C Method1)にも対応できるよう、FTIR(フーリエ変換型赤外分光光度計)分析装置を導入した。なお、管状炉を用いた燃焼ガスの毒性試験(Annex C Method2)は、既に対応可能となっている。

## 2. FTIR 分析装置の基本原則と装置

### (1) 基本原理

赤外分光法は、分子の振動情報を得ることで、定性・定量分析に用いられる。FTIRにより得られるスペクトルは分子構造によって赤外光を吸収する波長が異なり、また、物質の濃度によってピーク強度が変化する。FTIRは多波長同時検出という特長があるため、あらかじめ濃度既知のガスを用いて検量線を作成することで、多成分のガスを同時に定量できる。また、GCMS(ガスクロマトグラフ質量分析計)と比べ、短時間で測定可能で、時間に伴う濃度変化をモニタリングすることも可能である。

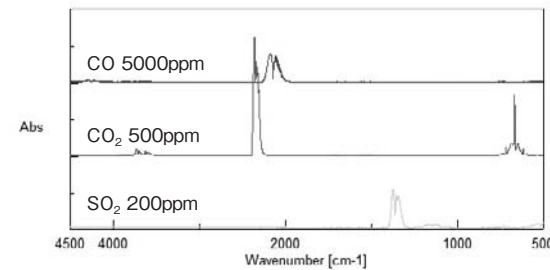


図1\* 各種ガススペクトルの例(オフセット表示)

### (2) 装置概略

FTIR分析装置は、日本分光製FT/IR-6600Vを採用した。FT/IR-6600VはFTIRの干渉計部を真空状態に保つことができ、かつ、試料室を窒素パージすることで高感度測定を実現できる。ガスセルは海外試験所で使用実績があるInternational Crystal Laboratories社製MARS 0.375L/3M-ALを採用した。ガスセルには加熱ジャケットが付属され、サンプルから発生したガスが凝縮しないようセル内の温度を180℃に保つことができる。なお、FTIRを制御する定量プログラムは、セル内の圧力変動に伴う定量値の影響を補正できる機能を有し、高精度な定量結果を得ることができる。



写真2\* FTIR分析装置

\*資料提供「日本分光株式会社」

## 3. 試験方法

EN45545-2 Annex C Method1に規定されている試験方法はISO 5659-2による発煙性試験と同様に、規定のチャンバー内で75mm×75mm×製品厚さのシート状の試料を水平向き熱放射コーンにより加熱する。

試験開始から4分後及び8分後のチャンバー内の燃焼ガスを前項のFTIR分析装置に通し、表1に示す8種類のガスを定量し、規定された以下の計算式により毒性指数CIT<sub>G</sub>を算出する。なお、この計算式は、150m<sup>3</sup>の客車の中で0.1m<sup>2</sup>の部材に火災が発生した状況を想定したものである。

また、試験装置の概略図を、図2に示す。

$$CIT_G = 0.0805 \times \sum_{i=1}^{i=8} \frac{c_i}{C_i}$$

c<sub>i</sub> : i番目の測定ガス濃度 (mg/m<sup>3</sup>)

C<sub>i</sub> : i番目のガス基準濃度 (mg/m<sup>3</sup>)

表1 測定ガス成分及び基準濃度

ガス種	基準濃度 (mg/m <sup>3</sup> )
CO <sub>2</sub>	72,000
CO	1,380
HBr	99
HCl	75
HCN	55
HF	25
NO <sub>x</sub>	38
SO <sub>2</sub>	262

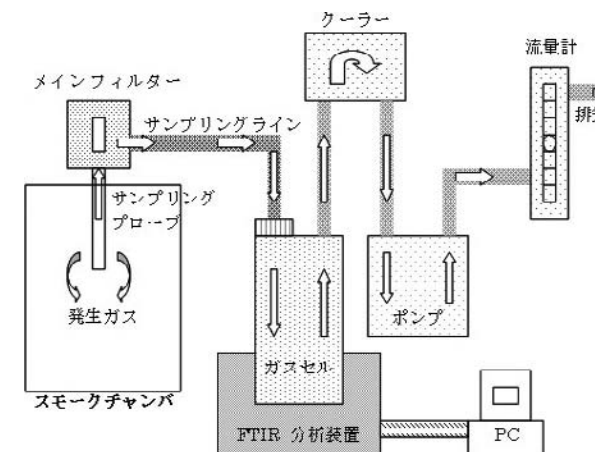


図2 試験装置概略図

上述の規格試験のほか、この試験装置を用いた燃焼ガスの連続測定により、時間の経過と共に変化する各種ガス濃度を測定することも可能である。図3にその測定例を示す。

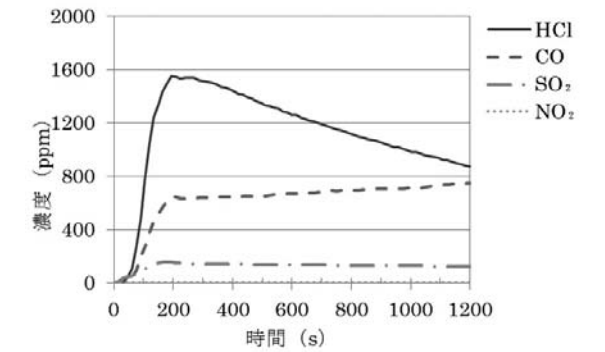


図3 FTIR分析装置を用いた連続測定例

## 4. まとめ

EN45545-2 Annex C Method1による毒性ガス試験の立ち上げにあたっては、イタリアの試験機関L.S.Fire研究所の協力により、試験装置の校正方法や試験方法などの技術移転を受けることができ、同研究所及び欧州の主要な試験所と比較しても遜色ない試験結果が得られた。

今後、測定結果の妥当性確認について積極的に行っていくこととしており、その一環としてフランスの認証機関CERTIFERの今年度のラウンドロビン試験に参加し、世界各国の試験所との比較を行う予定である。



写真3 L.S.FIRE研究所エンジニアとの作業風景

なお、本試験装置は、欧州鉄道車両部材に対するEN45545-2規格試験対応だけでなく、様々な分野における火災安全評価にも活用していく所存である。(試験認証部/燃焼技術G 主査研究員 佐野 正洋)

# Massy Yamada の物理教室 (その8) : フレミングの左手・右手の法則

今回は、フレミングの左手の法則とフレミングの右手の法則を説明する。前者は電動機を動かす場合の原理であり、後者は発電機の発電の原理と言える。

筆者はこの二つの法則を暗記するのに、以下のような覚え方をした。

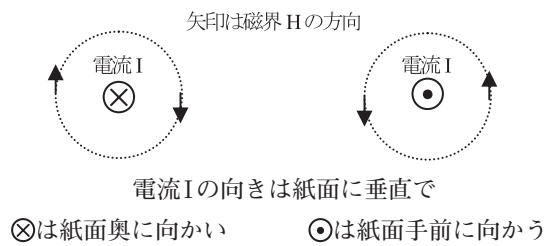
- ① 発電機は力が要るので「右手」、電動機は「左手」
- ② 親指は力持ち=力の方向、中指は中流として電流の方向、人差し指は指示(磁)するので磁界の方向

## 1. 電流による磁界

フレミングの法則を説明する前に、電流による磁界を知っておく必要がある。

### (1) アンペアの右ねじの法則

電流が流れている導体の周囲には、磁界が発生するが、その磁界の方向は、電流の流れの方向に対して右ねじの回転方向になる。その関係を図1に示す。



電流Iの向きは紙面に垂直で

⊗は紙面奥に向かい ⊙は紙面手前に向かう

図1 アンペアの右ねじの法則

### (2) ビオ・サバルの法則

電流Iによる磁界Hを求める法則である。電流の流れは連続しているが、その微小部分dLに流れる電流Iによる微小磁界dHは(1)式で求められるという法則である。dLを積分して電流Iの流路全体Lでの磁界Hを求めれば、その電流Iによるその場所の磁界Hが求まる。

$$dH = \frac{I \cdot dL \cdot \sin \theta}{4\pi r^2} \quad (\text{AT/m}) \text{ or } (\text{A/m}) \quad (1)$$

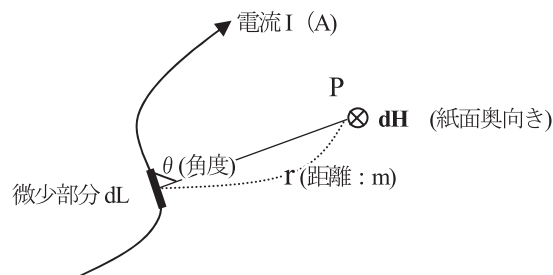


図2 ビオ・サバルの法則

例えば無限長の直線電流Iによる磁界Hを(1)式を利用して求めると(2)式が得られる。

$$dH = \frac{I \cdot dz}{4\pi r^2} \cdot \frac{a}{r} \quad (\text{AT/m})$$

ここで  $r = \sqrt{z^2 + a^2}$  とし  
zにつき  $-\infty$  から  $+\infty$  まで積分すると、P点の磁界Hが求まる。

$$H = \frac{I}{2\pi a} \quad (\text{AT/m}) \quad (2)$$

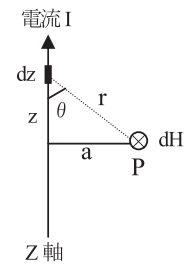


図3 直線電流による磁界

### (3) アンペアの周回積分の法則

この法則は、電流による磁界Hを、向きのついた任意の閉路Cに沿って線積分すると、それは閉路Cに鎖交する電流の和に等しい(= (3)式)と言うものである。

ビオ・サバルの法則を用いて、この法則を証明することができる。

$$\oint_C H_L \cdot dL = \sum I \quad (\text{負の鎖交はマイナスのI}) \quad (3)$$

ここで「鎖交」であるが、向きのある二つの閉曲線LとCとの絡み合いを示しており、図3の(a)は正の鎖交(右ねじの関係)、(b)は負の鎖交(反右ねじの関係)、(c)は正2回の鎖交となる。

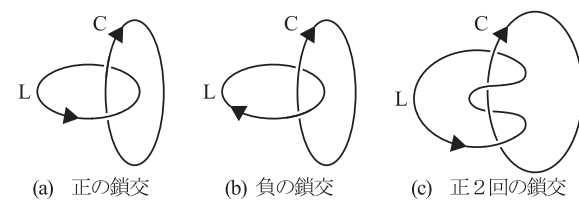


図4 鎖交

アンペアの周回積分の法則を用いると(2)式は以下のとおり、簡単に求まる。

電流Iの周りに半径aの円を描き、この円周Cに周回積分を適用すると、

$$2\pi aH = I$$

$$\therefore H = \frac{I}{2\pi a} \quad (\text{AT/m}) \quad (4)$$

図5 アンペアの周回積分の例

## 2. フレミングの左手の法則

磁界H中に導体があり、その導体に電流Iを流すと、その導体には電磁力fが加わるが、磁界H、電流I、電磁力fの向きは、3指を直交させた左手の法則に従う。

具体的には、左手の親指：電磁力の方向、人差し指：磁界の方向、中指：電流の方向を示す。

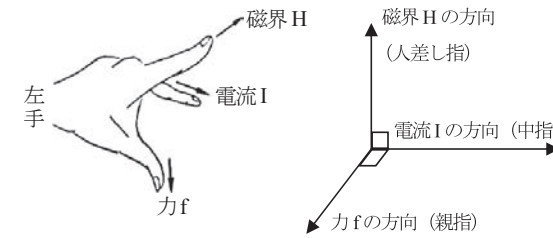


図6 フレミングの左手の法則

電流Iが流れている導体の微小線部dLが磁界から受ける力dfは、ベクトル表示で(5)式で表される。

$$df = I \cdot dL \times B \quad (5)$$

dLにつき積分すれば、全体としての電磁力fが求まる。

なおBは磁束密度(Wb/m<sup>2</sup>)であり、 $B = \mu H$ の関係にある。(μ：磁束が生じている媒体の透磁率。気中であれば、 $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ である。)

### (1) 平行2導体間の力

平行2導体にそれぞれI<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>の電流が流れているとして、この平行2導体間に働く力F(N/m)を求める。

I<sub>1</sub>によるI<sub>2</sub>の位置における磁界Hは(2)式で求まる。これを(5)式に代入すると、I<sub>2</sub>の導体1mあたりに働く力fは(6)式で求まる。

$$f = I_2 \cdot dL \times B = I_2 \cdot 1 \cdot \mu \frac{I_1}{2\pi a} = (\text{気中の場合は})$$

$$= 2 \times 10^{-7} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{a} \quad (\text{N/m}) \quad (6)$$

### (2) 平面コイルの受ける回転力

回転力N(N・m)

$$= \pi a^2 I B \sin \theta \quad (7)$$

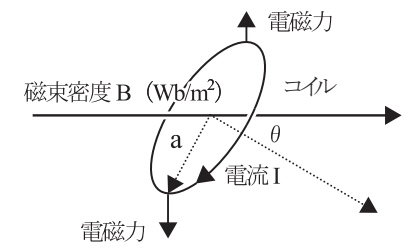


図7 平面コイルの受ける回転力

## 3. フレミングの右手の法則

磁束密度B(Wb/m<sup>2</sup>)の磁界中を長さLなる導体が磁界と直角に速度v(m/s)で運動するとき、導体に誘起される起電力eは

$$e = BLv \quad (\text{V}) \quad (8)$$

で表せる。

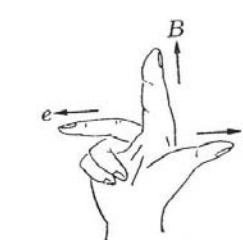


図8 フレミングの右手の法則

ここで、B、L、vの向きは、フレミングの右手の法則に従う。

### (1) レンツの法則

コイル内の磁束が変化するとき、コイルに起電力が発生する。この現象を電磁誘導という。

この誘導起電力の向きは、もとの磁束の変化を妨げる向きとなる。これをレンツの法則という。

### (2) 電磁誘導に関するファラデーの法則

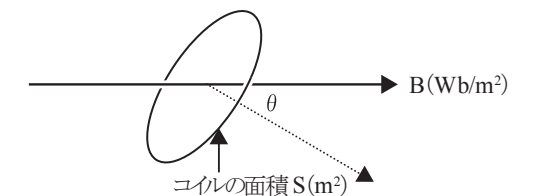
磁束Φ(Wb)、コイルの巻数をN、誘導起電力をe(V)としたとき、tを時間(s)として

$$e = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \quad (9)$$

となる。これを、電磁誘導に関するファラデーの法則という。

ここで磁束Φ(Wb)は、

$$\Phi = BS \cos \theta \quad (10)$$



### (3) 自己インダクタンス

(9)式において、電磁誘導のもとになる磁束Φは何であってよいが、今これをコイル自身に流れる電流iによるものとすれば、コイルの電流が変化するとき、その変化を妨げる起電力がコイルに誘導されることになる。

(9)式を書き換えて、

$$e = -L \cdot \frac{di}{dt} \quad (\text{V}) \quad (11)$$

としたとき、この比例定数Lを自己インダクタンスと呼び、単位にヘンリー(H)を用いている。

(電線技術グループ 山田 正治)



## 低圧 CVT ケーブルの異径ジョイント工法の開発研究

### 1. はじめに

JECTECでは、(一社)日本電線工業会と連携しながら、経済性と環境に配慮した電線ケーブルの最適導体サイズ(ECSO: Environmental and Economical Conductor Size Optimization)に関する調査研究に取り組んでいます。電線ケーブルの導体サイズをアップすることで、通電ロス低減効果とCO<sub>2</sub>排出削減効果が期待できるというものです。(表1)

電線ケーブルの導体サイズをアップすることは経済的にも環境的にも良好であると考えられますが、一方で、工事上の問題点も懸念されています。そこで、平成25年度から(一社)電気設備学会 関西支部に「経済性と環境を考慮した電線ケーブルの最適導体サイズに関する調査研究」を委託し、今年度からは(学)関西大学と「安価で作業性のよい低圧CVTケーブルの異径ジョイント工法の開発」について共同研究を行なっています。

ここでは、今年度から開始した(学)関西大学との共同研究の内容について紹介します。

### 2. 共同研究の概要

#### (1) 導体サイズアップに伴う工事上の問題点

(一社)電気設備学会 関西支部の経済性と環境を考慮した電線ケーブルの最適導体サイズに関する調査研究委員会では、「サイズアップに伴う現場レベル課題抽出と対応策の検討」をテーマとして活動を行っており、アンケートや聞き込み調査結果から、次の事項が工事上の問題点としてあげられています。

- ①配電盤・分電盤の配線スペースが、許容電流と電圧降下で決められたサイズの電線ケーブル(現行サイズの電線ケーブル)の場合でも狭く、導体サイズをアップした電線ケーブル(ECSO設計の電線ケーブル)を敷設することは難しい。
- ②配線用遮断器(MCCB)は、現行サイズの電線ケーブルが接続できるように接続端子が設けられているため、ECSO設計の電線ケーブルは接続できない。
- ③電動機の電源端子箱が小さい(現行サイズの電線ケーブルを接続するのに適した大きさである)ため、ECSO設計の電線ケーブルを接続すること

ができない。

- ④電線ケーブルが太くなると許容曲げ半径が大きくなるため、場所によっては現行サイズの電線ケーブルとECSOサイズの電線ケーブルを接続するための異径ジョイントが必要となる。

①～③においては、ECSO設計の電線ケーブルに機器を合わせることや機器の接続部分のサイズを大きくすることが解決策として考えられますが、オーバースペックの機器を用いたり、新たな設計要素が増えることから、コストアップにつながります。

そこで、④の解決方法である異径ジョイントを開発し、①～③の機器には現行サイズの電線ケーブルを短くつなぎ、異径ジョイントにより外部でサイズアップした電線ケーブルを接続すれば、機器を変更せずに対応できると考えられます。

表1 導体サイズアップによる経済性メリットの見積もり結果(高稼働時)<sup>[1]</sup>

	最大 負荷 電流 (A)	導体サイズアップ 現行→ECSO (mm <sup>2</sup> )	3つの効果(ケーブル100mあたり)			増加投 資回収 年数 (年)
			省エネ (kWh /年)	CO <sub>2</sub> 削 減(CO <sub>2</sub> t/年)	ピーク カット (kW)	
幹 線 ケ ー ブ ル	30	14→38	11,000	5.0	2.3	5.2
	40	14→60	23,700	10.7	4.9	4.3
	50	22→60	19,300	8.7	4.0	4.2
	75	38→100	24,600	11.1	5.1	5.6
	100	60→150	26,800	12.1	5.6	7.2
	125	100→200	20,700	9.3	4.3	8.9
	150	150→200	9,700	4.4	2.0	8.6
	175	150→250	20,800	9.4	4.3	8.5
	200	200→325	19,300	8.7	4.0	11.6
	250	250→325	14,700	6.6	3.1	8.8
300	325→200(ダブル)	18,700	8.4	3.9	14.4	
分 岐 ケ ー ブ ル	30	8→38	24,200	10.9	5.0	3.0
	40	14→60	23,700	10.7	4.9	4.3
	50	14→60	37,000	16.7	7.7	2.8
	75	38→100	24,600	11.1	5.1	5.6
	100	38→150	52,600	23.7	11.0	4.5
125	60→200	48,600	21.9	10.1	5.7	
150	100→200	29,800	13.4	6.2	6.2	

#### (2) 異径ジョイント工法と検討項目

電線ケーブルの異径ジョイントについては、(学)関西大学 米津准教授から、図1のようなジョイント工法が提案されています。<sup>[2]</sup>

提案されているジョイント工法は、既成品であるP形スリーブを導体接続管として使用し、ケーブルの絶縁物と同等以上の絶縁効力のある絶縁テープで絶縁補強部を形成します。保護層としては接続箱、合成樹脂によるモールド、絶縁チューブを使用することを想定しています。

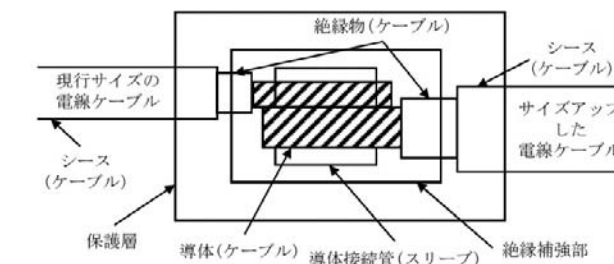


図1 異径ジョイント工法の検討案

(学)関西大学と当センターでは、この異径ジョイント工法に関して、モデルサンプルを使用し、配電規程JEAC 7001(2012)115-14電線の接続法を満たしているか否かの調査を開始しています。以下に調査項目と評価方法について示します。

- (1) 電線の引張強さを20%以上減少させないこと。  
→現行サイズの電線ケーブルの引張強さの80%以上であることを確認する。
- (2) 電線の電気抵抗を増加させないこと。  
→現行サイズの電線ケーブルの最高使用温度を与える電流値を連続通電しても、導体接続管が現行サイズの電線ケーブルの導体温度以上に温度上昇しないことを確認する。
- (3) 接続部分はその部分の絶縁電線の絶縁物と同等以上の絶縁効力があること。  
→電気設備基準の解釈第9条にある交流電圧3.5kVを連続して1分間印加して耐えることを確認する。

現在、(1)を調査するため、電線付属品メーカーにご協力いただき、既製品であるP形スリーブ、600V CV 8sq、600V CV 38sqを使用した異径ジョイントモデルサンプルを作製いただき、当センターの引張試験機を使用して、引張強さを測定する予定です。

P形スリーブ、それを圧着する工具ともにJIS規格(JIS C 2806、JIS C 9711)で規定されているため、異径ジョイントの接続作業におけるバラツキも低減できるのではないかと予想しています。

また、異径ジョイントを実施するにあたり、接続管の中の導体の並び方で圧着後の接続強度に差が出るのではないかと心配もありましたが、今回、モデルサンプルを作製いただいた電線付属品メーカーからは、圧着過程において、導体が滑り落ちるため、縦並びに圧着しようとしても、ほとんどのケースで横並びでの圧着になるとの情報をいただいています。



写真1 引張強さを評価するモデルサンプル

### 3. 今後の予定

モデルサンプルを使用した調査結果を(学)関西大学 米津准教授と(一社)電気設備学会 関西支部の経済性と環境を考慮した電線ケーブルの最適導体サイズに関する調査研究委員会で議論していただきながら、異径ジョイント工法の確立に向けて活動していく予定です。

本調査研究は、(一社)日本銅センターから本センターに委託された「電線ケーブルの導体サイズ適正化事業に係る調査研究活動」の中で行なっています。

最後になりましたが、関係者の皆様のご支援とご協力に感謝いたします。

#### 参考文献

- [1] 益尾和彦ほか、「電線の導体サイズ適正化：JCS規格の制定」、月刊「電気と工事」2013年12月号(オーム社)、pp.45～52、第3表。
- [2] 米津大吾ほか、「環境配慮、電線普及のための異径ジョイント工法の提案」、第33回電気設備学会全国大会(2015)

(研究開発グループ長 橋本 大)



# 平成 27 年度 JECTEC 新人研修 開催報告

## 1. 開催概要

今年度も当センターにて新人研修を開催いたしました。本研修は、電線業界での新人の方および新たに電線担当者となる方への教育カリキュラムの一環として活用いただいています。開催概要を以下に報告いたします。

■日程 7月1日～7月3日(3日間)

■研修場所 当センター(静岡県浜松市)

■受講者数 18社27名

■講義・実習の概要

題目	概要
電線工業会の紹介と日本の電線産業の概要	日本の電線産業の概要を統計資料をもとに解説し、合わせて国内電線メーカーの団体である日本電線工業会の紹介をするとともに業界の動き等について説明する。
電線・ケーブルの種類と用途	電線・ケーブルの種類・用途として、電力輸送としては、送電線、配電線、屋内配線、機器用配線などがある。情報伝達としては、電話ケーブル、LAN用ケーブル、同軸ケーブル等があり、光ファイバケーブルも採用される。これら各種電線・ケーブルにつき、構造及び特徴を概説する。
光ファイバ融着接続機の概要他	光ファイバ融着接続機の概要説明を行う。
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・JISの概要	試験認証部は電気用品安全法に基づく電線の適合性検査と工業標準化法に基づく電線のJIS認証を主たる業務としているが、これら業務の基となっている法律及び技術基準を説明する。
電線環境概論	国内外の環境関連の規制と電線における環境負荷低減に関する取り組みについて説明する。
材料試験①	引張試験のサンプル作製と試験 加熱変形試験及び低温巻付け試験
材料試験②	導体抵抗測定 ケーブル被覆材の燃焼時発生ガス調査
水トリー観察	高電圧CVケーブルの水トリー調査
光ファイバ融着接続 通電試験	光ファイバ融着接続の実習 ケーブル通電による温度上昇、発煙、導体溶断試験
講義と実習 「燃焼試験」	ケーブル被覆材の難燃性(燃焼性)を評価する方法、電線・ケーブルでの難燃試験方法、燃焼時に発生するガスの煙濃度や毒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。

### ■研修プログラム

	時間	区分	研修テーマ	担当部門
7/1(水)	13:00～13:20	開講	研修のガイダンス、JECTECの概要紹介	情報サービス部
	13:20～14:20	講義	「電線・ケーブルの種類と用途」	電線技術グループ
	14:30～15:40	講義	「電線・ケーブルの製造方法」	電線技術グループ
	15:50～17:20	講義	「電線工業会の紹介と日本の電線産業の概要」	(一社)日本電線工業会調査部長
	19:00～21:00	交流会	於: グランドホテル浜松	
7/2(木)	9:00～9:50	講義	「燃焼試験の概要」	燃焼技術グループ
	9:50～12:10	実習	燃焼試験	燃焼技術グループ
	13:00～13:20	講義	「光ファイバ融着機の概要他」	電線技術グループ
	13:20～15:25	実習	材料試験①/材料試験②/水トリー・光ファイバ融着・通電試験(A)	電線技術グループ・試験認証部
	15:35～17:35	実習	材料試験①/材料試験②/水トリー・光ファイバ融着・通電試験(B)	電線技術グループ・試験認証部
7/3(金)	9:00～11:00	実習	材料試験①/材料試験②/水トリー・光ファイバ融着・通電試験(C)	電線技術グループ・試験認証部
	11:10～12:15	講義	「電線環境概論」	研究開発グループ
	13:00～14:10	講義	「電気用品安全法・JISの概要」	試験認証部
	14:20～14:40	—	センター長の挨拶、修了証授与、アンケート記入、解散	情報サービス部

### ■研修風景

実習は大きく分けて2種類あります。燃焼試験と特性試験です。燃焼試験の実習では、受講者を2つのグループに分け、①燃焼試験の見学(JIS C3521、IEC60332-3)と②酸素指数(OI)測定/一条燃焼試験(VW-1)を行いました。

特性試験では、3つのグループに分け、材料試験①・②と光ファイバ接続・水トリー観察・通電試験の実習を行いました。

以下の写真は、燃焼時の塩化水素発生量試験の説明をしているところ、その下は、光ファイバの融着接続の実習をしているところです。



研修恒例行事である交流会を宿泊先のホテルで開催しています。受講者同士、また受講者の皆様と当センターの職員(研修指導員)の親睦を図ることを目的として、研修とセットで行っています。

研修初日に交流会をすることによって、顔合わせもできるため、翌日からの研修内のコミュニケーションもスムーズになるものと考えています。

センター長の乾杯の挨拶で宴がスタートします。



途中、受講者の皆様におひとりずつ自己紹介をしていただくコーナーを設けております。個性的な紹介やエピソードを手短かに語っていただくことで、印象に残り、その後の会話も和やかに展開していきます。

## 2. 受講者アンケートから

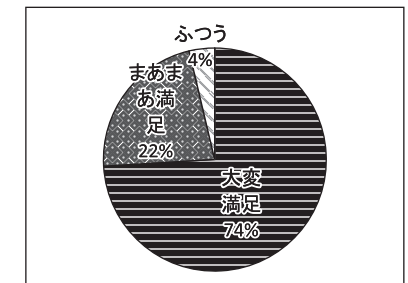
受講者アンケートから研修に対する様々なご意見・ご感想をいただきましたので、その一部を紹介いたします。

### 1. 研修を終えて～受講者からの感想(抜粋)～

- ・電線・ケーブルの基礎知識や評価・規格に関しては、今後自分の業務で必ず必要になる部分でしたので、とても参考になった。
- ・特に伸線方法と絶縁押出方法が参考になった。シリンダーやブレーカープレートスクリー機能やスクリー

- ンメッシュの話まで聞くことができて勉強になった。
- ・試験設備等が充実しており、講義中に資料で説明いただいた試験設備を、その後の実習で実際に動いているところを見られたので良かった。
- ・燃焼試験実習がとても良かった。いつも規格で"VW-1"という名前はよく出てくるのですが、実際自分の手で試験ができたので、とても参考になった。
- ・一般ケーブルと難燃ケーブルを同時に垂直トレイ試験したもので、一般ケーブルが燃える様子を知ることができて良かった。
- ・講義内容はもちろん、受講者同士とコミュニケーションをとることができて、貴重な機会だった。

### 2. 研修満足度(受講者アンケートより)



### 3. 研修を終えて

初日は大雨の中、全国各地から27名の参加者の方に浜松駅までお越し頂き、送迎バスにてJECTECまでお連れしました。

梅雨の真只中、受講者の皆様のキラキラした目が印象的でした。

当研修は短い期間で講義・実習を凝縮して行いますので、あっという間の3日間だと思います。この3日間の研修で得た知識や経験を各社にお持ち帰りいただき、何らかに活用いただけたら幸いです。

毎年、定員を超えるお申し込みをいただいておりますので、早めのお申し込みをお勧めいたします。

新人研修は、JECTEC職員がほぼ総動員体制で実習指導員として対応しております。皆様のお役にたてるよう、職員一同心よりお待ちしております。

(情報サービス部 事務員 児玉 晴加)



# 「電線技術者・材料設計者のための電線押出研修会（座学）」開催報告

## 1. はじめに

本研修は、全国中小企業団体中央会の平成27年度中小企業活路開拓調査・実現化事業(連合会(全国組合)等研修事業)の一環として開催したものです。

今回の研修は、『電線押出技術の技能伝承と海外現地法人への技術支援策の習得』をメインテーマとして、JECTEC正会員企業の「電線技術者・材料設計者」を対象として、本年の9月3日(木)～9月4日(金)の2日間にわたってアクティシティ浜松で開催しました。

今回の研修は、45名(正会員企業より35名、非会員企業より10名)の受講者の方に参加して頂き、好評のうちに終了いたしました。

## 2. 研修実施内容

### ■座学Ⅰ 「押出成形設備」

講師：大宮精機株式会社 齋藤 利勝 氏

- ①押出成形機の概要
- ②押出成形設備の最近の動向
- ③設備技術者として求められる知識等

### ■座学Ⅱ 「押出用材料(エコマテリアル)」

講師：株式会社長野三洋化成 星野 進 氏

- ①エコマテリアルと樹脂特性
- ②難燃規格と難燃剤
- ③様々な機能性と添加剤
- ④プラスチック材料に関わる環境規則

### ■座学Ⅲ 「汎用有機材料とエコ難燃有機材料の電線被覆材料への適用」

講師：株式会社フジクラOB 松田 隆夫 氏

- ①汎用押出材料(非架橋材料)
- ②汎用押出材料(架橋材料)
- ③汎用押出材料の配合
- ④エコ材料
- ⑤混練(考え方と設備)

### ■座学Ⅳ 「押出加工の基本技術/最近の動向」

講師：西澤技術研究所 西澤 仁 氏

- ①エコ難燃材料の特徴と押出加工性の課題
- ②押出機、押出ラインの基本技術
- ③押出加工性指標
- ④発生不良とトラブル対策
- ⑤最近の進歩

### ⑥押出加工機の技術の進歩

#### ■座学Ⅴ 「押出成形における不良対策」

講師：株式会社フジクラOB 松田 隆夫 氏

- ①被覆材料に起因する一般的不良と対策
- ②電線特有の不良と対策
- ③どこでも発生する不良
- ④押出機の清掃

#### ■座学Ⅵ 「海外現地法人への技術支援策」

講師：株式会社フジクラOB 松田 隆夫 氏

- ①海外での仕事とは
- ②会社を存続させるためには？
- ③電線
- ④品質の作り込み
- ⑤海外赴任者(リーダー)の姿
- ⑥日々の活動
- ⑦終わりに

各講師に作成して頂いたテキストをもとに座学研修を実施しました。「押出成形設備」の講義では、動画も活用され、講義全体を通して好評でした。受講風景の写真の一部を掲載します。



座学Ⅰ：「押出成形設備」(齋藤講師)

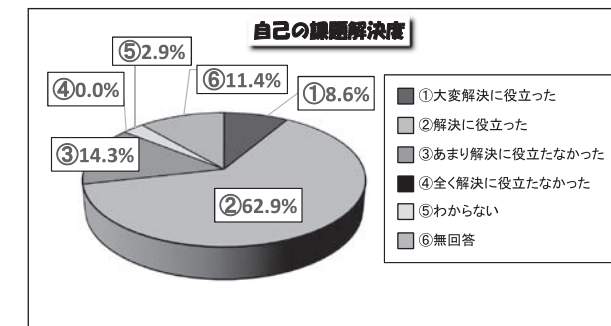
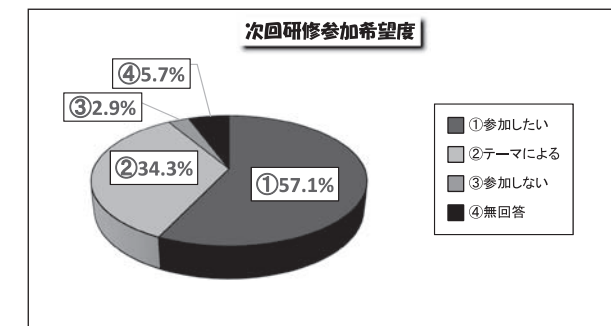
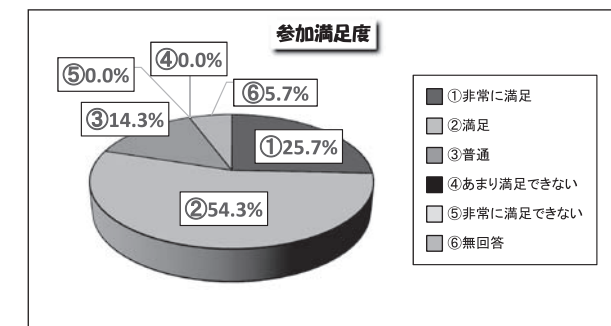
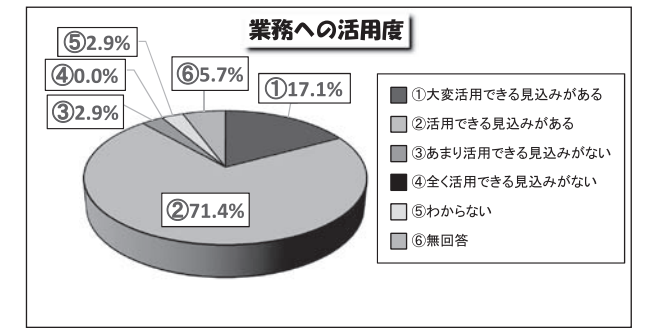


座学Ⅳ：「押出加工の基本技術/最近の動向」(西澤講師)

## 3. アンケート調査結果

受講者を対象に本研修に関するアンケート調査を行いました。高評価の回答が大半であり、受講者にとっては満足頂いた研修会だったと考えています。「電線技術者・材料設計者」として、今回の研修で得られた知見を活かして、所属企業の発展のために役立たせて頂くことを切望しています。

以下に、研修全般に関するアンケート調査結果を紹介いたします。なお、各講師の講義に対するアンケート調査結果の詳細に関しては割愛いたします。



## 4. おわりに

本研修は、対象者、テーマ及び内容をステップアップさせながら、平成22年度から継続して開催しています。

これまでの研修で、多くの受講者の方に参加していただき、事務局としては受講者にとって、所属企業の業績改善や自己啓発の場としても有効な研修であったと考えます。

研修後のアンケート調査結果からは、継続した研修開催のニーズが高いことが読み取れるので、引き続き来年度以降もこれらのニーズに応える形で、更にステップアップした研修を企画していきます。

研修開催にあたり、テキスト作成及び貴重な時間を割いて講義を行っていただいた各講師の方に熱く御礼を申し上げます。

また、「実習付・電線押出技術研修会」に関しても、引き続き潜在的なニーズが高いので、昨年度に引き続き、一般社団法人日本電線工業会の補助事業として開催することを予定しています。具体的には、大宮精機株式会社殿他のご協力を得て、来年の2月2日(火)～2月5日(金)の4日間、富士宮市内で開催する予定です。来年の初めには受講生の募集開始を予定していますので、受講生の派遣をお願いいたします。この研修の開催報告は、次号のJECTEC NEWSで紹介することにいたします。

(情報サービス部 主席部員 緒方 輝実)



## わが釣りバカ日誌



海釣り公園から見た日の出

浜名湖弁天島の方角に朝日が昇ってきました。清々しい夏の朝です。ここまで明るくなれば大丈夫。ヘッドランプのスイッチを切り、空になったアミ籠にオキアミを詰め直して竿を振れば、ほどなくして竿先から伝わる微妙な振動！リールを巻き、竿を上げれば銀色に踊る魚体、それは5～10センチ程の鯆であり鯛でありサッパ、フグや石鯛の子どももかかります。ときには20センチを超えるメジナも上がる時があります。



(たまには大漁のこともあります)

浜松に着任したときに仕事のほかに何か新しいことを始めてみよう、これまで手帳に書き溜めてきた「やりたいことリスト」をめぐりました。サイクリング、図書館、ソロキャンプ、スタンドアップパドルサーフィン等、いつか機会があればやってみたいと書き記したものの中に海釣りがありました。子供のころ田んぼの脇の用水路で小鯛やタナゴを釣り、元荒川で鯉を狙う…そんな思い出の中、いつかは海

釣りをやってみたいと思っていました。

早速近くの釣具屋に行き、「転勤で浜松に来たので新たに釣りを始めたいのですが、どこで釣ればよいのですか？初心者にはどんな釣り方がよいのですか？最低限そろえるべき道具は何がありますか？」と素人丸出しの質問をぶつけました。教えてもらったのが浜名湖海釣り公園でのサビキ釣りです。竿、リール、仕掛け、そしてバケツ等最低限の道具を揃えて、5月に大漁を夢見て海釣りデビューを果たしました。しかしながら世の中そんなに甘くはなく、最初の3回、4回はほぼ釣果ゼロ、むなしく寮に戻る日が続きました。

そんなある時、すぐ隣で竿を振っているおじいさんが面白いように鯆や鯛を釣り上げていました。聞くは一時の恥、釣れない悩みを打ち明け、教えを乞うたところ、仕掛けや釣り方などのポイントを親切に教えてくださいました。その通りに仕掛けを変え、竿を振るとなんと釣れるのです！その日はこれまでのことが嘘のように釣果が上がり、豆鯆、鯛、小さい鯖等を数十匹釣り上げました。

釣った魚は寮に持ち帰り、から揚げや南蛮漬けにして皆の酒の肴になります。型の良いメジナが釣れば皮を炙って霜皮造りにしたりします。

また、釣り場に通ううちに顔なじみができ、釣り方や釣った魚の捌き方・食べ方等教えてもらっています。

週に一度自然の中で魚釣りをするのは良いストレス発散ですが、今でも坊主(釣果無し)の時が多く釣りの奥深さを思い知らされる毎日です。



釣り上げた鯛で南蛮漬け

(電線技術グループ長 小田 勇一郎)

## 会員の声 (正会員)

## 西日本電線株式会社

## 代表取締役社長

## 金井 俊英 氏を訪ねて



今回は大分市にある「西日本電線株式会社」の本社を訪問し、金井俊英社長にお話を伺いました。

## 1) 会社の生い立ち・沿革；

- 1950年6月 溶銅、圧延、伸線の三工場を完成、裸電線の製造を開始 電気通信省の指定工場となり、裸線の納入開始
- 1953年3月 三井金属鉱業株式会社と提携、その傘下に入り事業を強化
- 1953年4月 九州電力株式会社指定工場となる
- 1957年12月 北側海面約82,500m<sup>2</sup>の埋立完成、新工場建設開始
- 1967年2月 日本電信電話公社へプリント局内ケーブルの納入開始
- 1970年4月 新城工場(愛知県)完成、裸線の製造を開始
- 1982年7月 資本金9億6000万円に変更、株式会社フジクラと提携、事業を強化
- 1983年11月 光ファイバケーブルの製造を開始
- 1999年5月 ISO14001全工場取得
- 2001年7月 株式会社シンシロケーブル設立
- 2005年1月 共同事業会社 株式会社フジクラ・ダイヤケーブルへ出資
- 2015年5月 創立65周年を迎える(地域に愛され、創立100年に向けて歩み続ける)

## 2) 事業・製品構成；

当社の製品は、ケーブル事業、配線システム事業において、ケーブルおよび付属品、加工品、関連製品をお客様のニーズに応じ、ご提供しております。特徴のある事業として、配線システム事業のうち、住宅屋内配線用ケーブルは、工法進化の余地もありハウスメーカーと協力し、注力しています。

## 3) 開発状況・今後の事業展開；

エネルギーや情報を伝達・伝送する技術の世界は今や日進月歩、未来の健全な発展を継続するために、世の中の水準に注目しながら技術開発を進めるとともに、一方ではものづくりの基本を忘れず、高品質の製品と効率的な生産を追求してゆくことが必要です。

## 4) 経営理念・方針；

- ・西電グループはつなぐテクノロジーを通して顧客の価値創造と安全で豊かな社会づくりに貢献します。
- ・安全・安心・快適な暮らしを支える先進的かつ有用な商品とサービスを提供し、顧客に最も信頼されるパートナーになる。
- ・自ら変革を求め、挑戦を続ける人財集団になる。
- ・地域に愛され、地域に貢献し、九州トップ企業としてシェアも高めて行きたい。

## 5) 環境への配慮；

1996年3月にISO9001、1999年5月にISO14001を取得後、確かな品質と環境に配慮した製品を提供することにより電力分野、情報通信分野等あらゆる分野で貢献して参りました。

これからも品質及び環境管理システムを継続的に改善してトップレベルの製品を提供し、優れた技術力で多様化するお客様のニーズに柔軟かつ迅速にお応えします。

## 6) 趣味・健康法；

これといった趣味がなく、困っています。しいて言えば、せっかく“おんせん県”大分に赴任しましたので、温泉巡りを楽しもうと思っています。健康法と言うほどでもありませんが、日ごろの運動不足解消に、自宅から会社まで約2kmを徒歩で通勤しています。

## 7) JECTEC に対する意見・要望；

電線・ケーブルの耐候性劣化加速試験については、試験方法の規定はありますが、試験時間と屋外暴露年数の関係は明確になっておりません。目安になる表があれば、お客様への説明にも助かります。

(JECTEC回答：試験時間と屋外暴露年数との関係は、劣化傾向をより実態的なものと捉えるうえで重要な因子と考えます。現在、JECTECでは浜松、宮古島等において20年間の屋外暴露試験を継続中でもあり、ご要望にお応えできるよう今後の課題としたい。なお、標準的なサンシャインウェザーメーターによる加速倍率は、数倍～10数倍とされています。)(聞き手：センター長 田邊 信夫、文責：情報サービス部長 野口 浩)



## 表紙の写真 「浜名湖かんざんじ荘から浜名湖を望む」

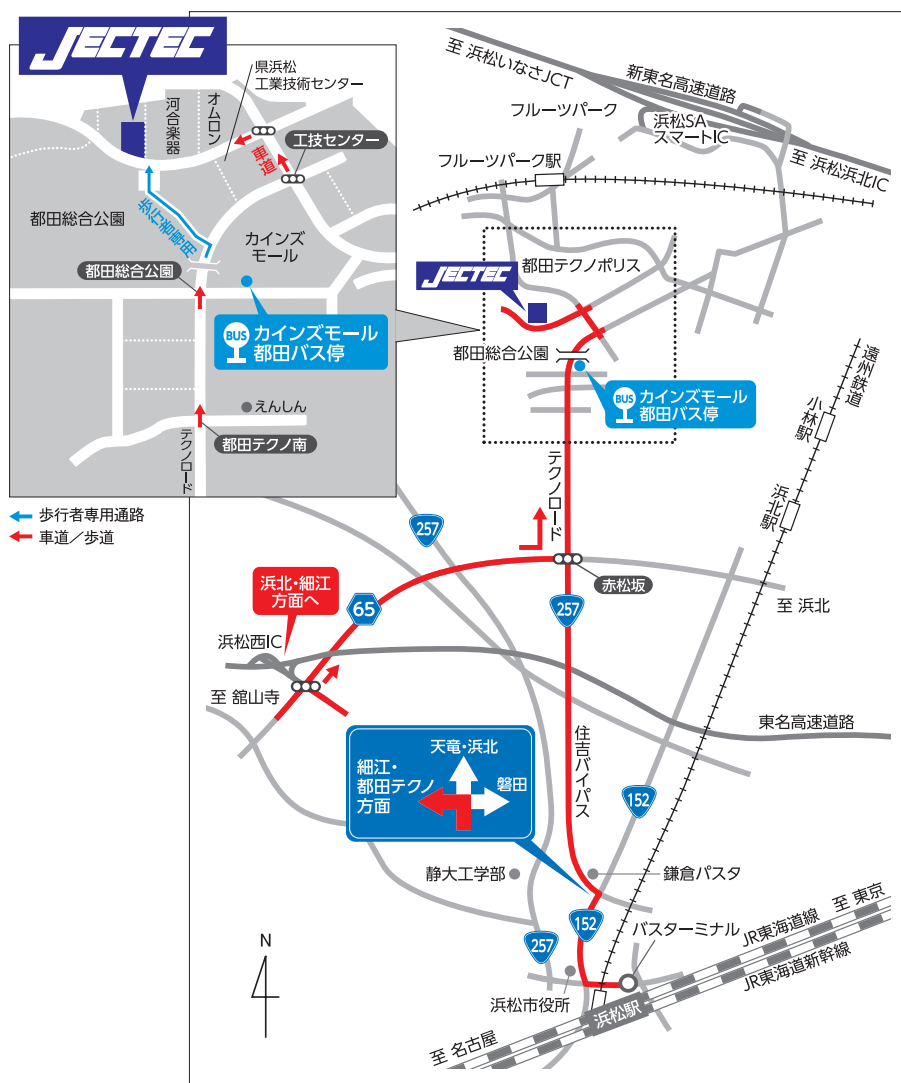
表紙写真は浜名湖です。よく見ると写真の両端に、浜名湖の上を跨って走る東名高速道路が見えます。この写真は、浜名湖東側の館山寺(かんざんじ)エリアに位置する『大草山』という小高い山の頂にある宿泊施設から撮りました。何も遮るものがなく、360度浜名湖が見渡せ、爽快な展望スポットです。

この館山寺エリアは、浜松市周辺ではちょっとしたリゾート地でもあります。

親子連れやカップルが遊園地「パルパル」を訪れ、動物園やフラワーパークを巡り、パルパルと大草山を結ぶロープウェイに乗って夜景を楽しみ、館山寺温泉に宿泊して…とエンジョイしています。夏休みのシーズンは、浜名湖上で毎夜、花火が打ち上げられます。写真に納まりませんでした。東名高速道路の『浜名湖サービスエリア』も展望が良く、お勧めです。

JECTECに来られた折には、ぜひ時間を見繕って、浜名湖と館山寺を訪れてはいかがでしょうか。

(電線技術グループ 山田 正治)



### センターへの交通のご案内

#### ●バス

13番のりば  
 『56』『市役所・萩丘住宅・テクノ都田』  
 行きに乗車し「カインズモール都田」下車  
 (所要時間約45分)徒歩約10分

#### ●車

・浜松駅から約40分(約15km)  
 ・遠鉄電車「浜北」駅から約20分  
 ・東名浜松西ICから約25分(11km)  
 ・新東名浜松SAスマートICから約10分

| 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

無断転載禁

## JECTEC NEWS No.76 NOVEMBER 2015

発行日 2015年11月30日 発行 一般社団法人 電線総合技術センター

〒431-2103 静岡県浜松市北区新都田1-4-4 TEL: 053-428-4681 FAX: 053-428-4690

ホームページ <http://www.jectec.or.jp/>

編集者/情報サービス部長 野口 浩