

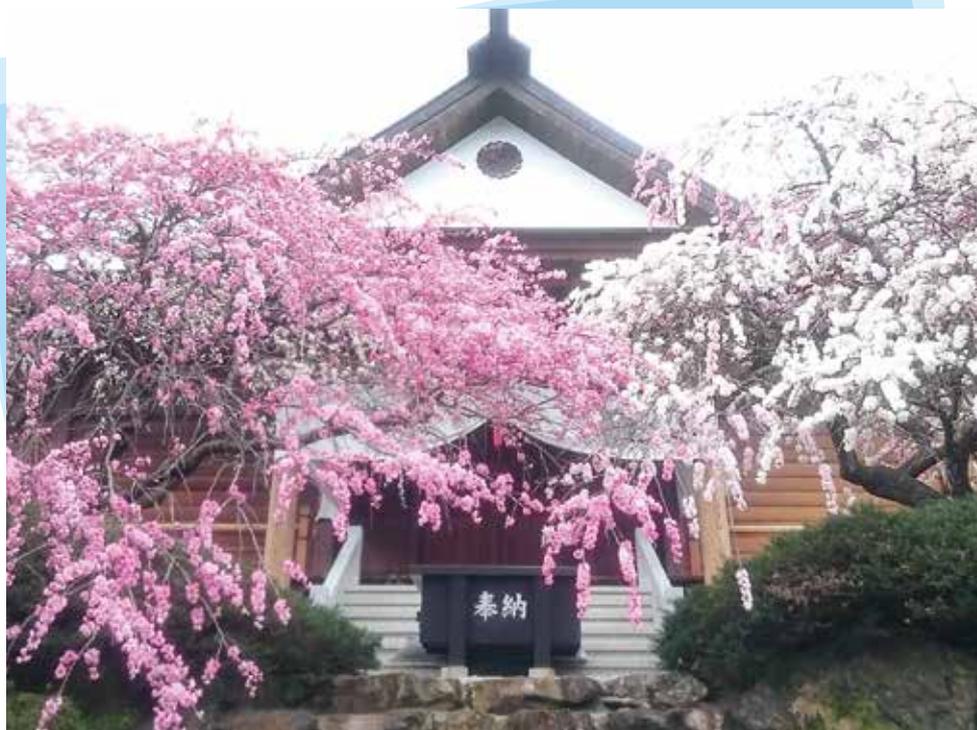
# JECTEC NEWS

一般社団法人 電線総合技術センター

2021.03

No.

92



カナメ神宮の源平しだれ桃  
(撮影：技術サービス部 佐野 正洋)

## CONTENTS

巻頭言	2
技術レポート	
・ Fukushima FORWARD Project における送電システムの開発	3
試験認証	
・ 耐火・耐熱電線等認定・評定番号一覧表	7
・ IEC/TC20/WG17 WEB 国際会議報告	8
情報サービス	
・ 2020 年度 JECTEC WEB 電線技術者初級研修会 開催報告	9

技術サービス	
・ 通信ケーブルのシールド特性評価 (その2)	10
研究開発	
・ 屋外で使用された PVC 被覆電線 (DV 線) の劣化状態調査	12
人物往来	
・ 来る人 去る人	14
談話室	
・ “近藤レーシングチーム”の今	15



## 激変する世界社会の中での対応

JECTEC副会長  
株式会社フジクラ  
エネルギーシステム事業部長

三戸 雅隆

昨年6月、総会後の理事会におきまして副会長を拝命致しました。今後ともご支援ご指導のほど、よろしくお願い致します。

私は、電線、付属品の開発、設計および製造に長く従事し、その後、海外工事を経験し、設計から調達および施工とプロジェクト全てを管理する場で数多くの壁にぶつかり、様々な痛い経験や知識を得、人とのつながりの重要性を学んできました。また、海外の学会に参加する機会を与えられ、世界各国のエンジニアが集まる学会の中で、世界の技術に触れるとともに、人との交流を深めてきました。これらの経験の中からたどり着いたのは、「人は一人では何もできない。協力を得るには人間味。」でした。今後も「人間味」に磨きをかけ、JECTECの事業に貢献すべく尽力したいと考えております。

昨年から新型コロナウイルスの猛威が世界を襲い、日本では2回目の緊急事態宣言が発出され、未だ先行きが見通せない状況が続いております。このような状況下、人々の生活も変えざるを得なくなり、ニューノーマルなど、今までに無いライフスタイル、ビジネススタイルへの変革を迫られております。会議形態は今までの対面式からWEB会議形式に変わり、最初はハウリングを止めるのに必死な思いをしたことを思い出します。また、世界に目を向ければ、アメリカは依然感染者数が毎日10万人以上で減る気配が見えず、欧州では第2波で感染者数が急増し、再びロックダウンとこちらも先が見えない状況が続いており、世界経済への影響も深刻化してきております。

国内電力インフラ市場を見ても、昨今の台風や線状降水帯等による自然災害に対し、国土強靱化、分散型電源等の動きがあり、また、「2050年カーボンニュートラル」と首相が宣言し、再生エネルギーの拡大、それに伴う送電設備増強などの動きが出てきております。

新型コロナウイルスによって、元には戻れない社会環境になり、また世界的にも激変する環境の中で、我々も変わらなければならない状況にあるとの認識を持ち、環境に合った変革を行うことで、社会に貢献できるサービスを提供し続けたいと考えております。

今後もJECTECでは、環境の変化に対応できる変革を継続し、皆様のご要望、ご要求にお応えし、業界の発展に貢献したいと考えておりますので、今後ともよろしくお願い致します。

# Fukushima FORWARD Project における送電システムの開発

古河電気工業株式会社 電力事業部門 電力技術部 松本 勇輝

## 1. はじめに

近年、海洋エネルギー利用技術として洋上風力発電システムをはじめとして海流、潮流、波力発電や海洋温度差発電等の再生可能エネルギーに関する研究開発が産官学にて推進されている。そのうち、洋上風力に関しては遠浅の沿岸海域が少ない我が国の特徴から、エネルギーポテンシャルの高い沖合での浮体式洋上風力発電の実証研究が進められている。当社は、経済産業省より福島復興・浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業（Fukushima FORWARD (Fukushima Floating Offshore Wind Farm Demonstration Project) Project, 以下、Fukushima PJ）を委託事業として受けており、ケーブル送電システム（電力および光通信）を担当した。

第1期工事(2013年)では、陸上から洋上変電所までの66 kV ケーブル接続工事および洋上変電所から2 MW級洋上風車への22 kV ケーブル接続工事を実施した。また、第2期工事(2014～2015年)では、洋上変電所から浮体式では世界最大級の7 MW級、5 MW級洋上風車への22 kV ケーブル接続工事を実施した。また、これらの工事完了後も、保守・点検など管理・維持手法の検証を行い、一定の成果を挙げることができた。

※なお、本投稿は古河電工時報第135号(2016年)を編集したものである。

## 2. Fukushima PJ の概要

### 2.1 全体概要

本PJは、第1期(2011～2013年)と第2期(2014～2015年)から構成されており、第1期において2 MW級のダウンウインド型浮体式洋上風力発電設備1基と世界初となる25 MVA浮体式洋上サブステーションを1基建設した。当社は、それら浮体同士を結ぶダイナミックケーブル(以下ライザーケーブルと称す)と陸上までの長距離海底ケーブルおよび陸上の連系線を設置した。

第2期には、7 MW級浮体式洋上風力発電設備を新設し、当社は洋上サブステーションまでのライザーケーブル布設を行った。図1にプロジェクトの全体概要を示す。



図1 プロジェクト全体概要

### 2.2 送変電システムの概要

風車発電容量は、2 MW および7 MWであり、洋上サブステーションまでの送電ケーブル(Inter Array ケーブル)は22 kVを選定した。陸揚げ予定位置から風車設置予定位置までは海底ケーブル長で約25 kmあり、22 kVでは送電ロスが大きいため、本PJでは、洋上にサブステーションを設け、66 kVに昇圧し陸上へ送電することとした(Exportケーブル)。陸揚げ後は、途中で開閉所を設け、最も近傍となる電力会社殿の既設66 kV架空送電線に接続し、系統連系を行っている。図2に、送変電システムの概要を示す。なお、図2に示す洋上サブステーションからは最終的に3基の風車が接続されるが、図中では、7 MW級風車を代表として示した。

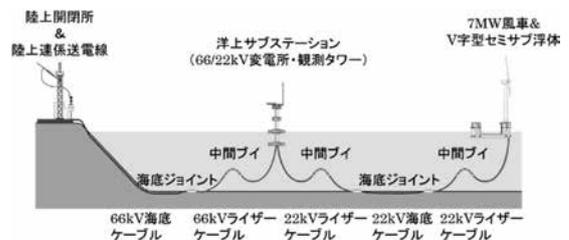


図2 送変電システム概要

## 3. ライザーケーブルシステムの設計

### 3.1 ケーブルシステムの設計

ライザーケーブルは浮体(変電所、風車)より海中に懸垂設置される。そのため、従来のStaticな海底ケーブルと異なり浮体の動揺、潮流等の影響を受け海中の線路形状がDynamicに変化し、繰り返し曲げによる機械疲労を受ける。

そこで、耐疲労特性に優れる構造に関して検討した。ケーブル設計は、「電気設備の技術基準の解釈」第127条「水上電線路及び水底電線路の施設」の構造規定を基本とし、ケーブルの各構成材料を見直し、高耐久性を有する構造とした。電気的、機械的特性は、JEC-3408, CIGRE TB 490, CIGRE Electra No.171を満足することを条件とした。

ライザーケーブルシステム設計では、海象条件、浮体動揺特性や浮体係留設計条件などを基にライザーケーブルの海中挙動をシミュレーションによって予測し、機械強度や曲率半径、耐久性等を満足させるライザー形状や必要なアクセサリ(ライザー上端部の曲げモーメントに対応する部材: ベンドスティフナ、ブイ、着底部に

おける海底との摩擦に対応する部材：防護管)を検討した。具体的には図3に示すライザーケーブルシステム設計フローに従ってライザー形状を選択し、浮体最大移動量に対する静的挙動解析、浮体最大動揺に対する動的挙動解析を行ってその成立性を確認し、最終的に疲労解析まで行って最終的なシステムを決定した。

以上の設計フローを基に、ケーブル基本構造を決定、試作を行い、基礎機械特性、疲労特性、遮水性能試験等の種々評価を行った。一例として、最終的に決定したライザーケーブルの諸元を表1に、22 kVライザーケーブルの構造を図4に示す。

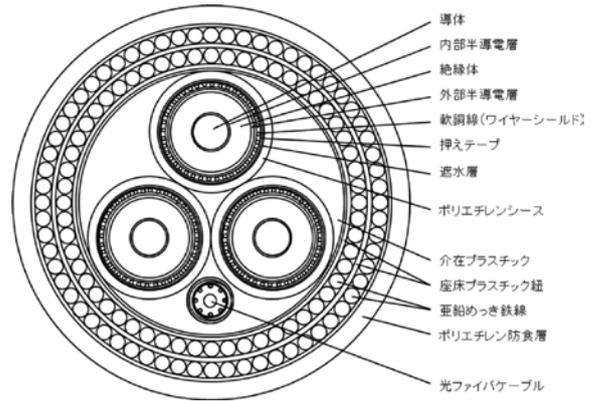


図4 22 kVライザーケーブルの構造

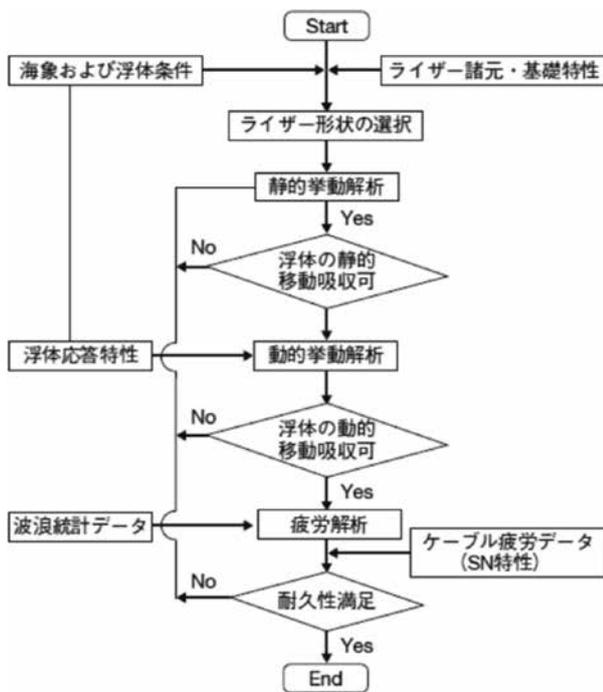


図3 ライザーケーブルシステム設計フロー

表1 ライザーケーブルの諸元

項目	66 kVライザーケーブル	22 kVライザーケーブル
公称電圧	66000 V	22000 V
電力線心数	3	3
公称断面積	100 mm <sup>2</sup>	150 mm <sup>2</sup>
光ファイバ線心数	SM8心×3本	SM8心×1本
がい装	6 mm鉄線2重	6 mm鉄線2重
仕上がり外径	約175 mm	約147 mm
概算質量(気中)	52600 kg/km	43400 kg/km
概算質量(水中)	29300 kg/km	27100 kg/km
最大導体抵抗(20℃)	0.197 Ω/km	0.121 Ω/km
最小絶縁抵抗(常温)	4000 MΩ・km	2000 MΩ・km
最大静電容量	0.16 μF/km	0.30 μF/km

### 3.2 海底ジョイントの設計

ライザーケーブルと海底ケーブルの異種接続部(海底ジョイント)を開発した。本ジョイントに求められる仕様は、表2の通りである。

表2 海底ジョイント目標特性

項目	要求仕様
接続	海底ケーブルとライザーケーブルを接続可能なこと
絶縁強度	22 kV用接続部 商用周波耐電圧 57 kV・3時間(常温) 雷インパルス耐電圧 -230 kV・3回(常温) 66 kV用接続部 商用周波耐電圧 130 kV・3時間(常温) 雷インパルス耐電圧 ±485 kV・3回(常温)
耐外水圧	最大水深130 mに耐えること 22 kV用接続部のみ 透湿度 $1 \times 10^{-7}$ [g・(cm/cm <sup>2</sup> )・day・mmHg] 以下
機械特性	沈設張力約93.1 kNに耐えること
施工	台船上で組立可能なこと

海底ジョイントは22 kV用ジョイントは長さ約4 mの保護管内に電力線心接続部を3個、光接続部を1個組み込む構造、66 kV用ジョイントは長さ約7 mの保護管内に電力線心接続部を3個、光接続部を1個組み込む構造とした。保護管の機能については、埋設などで電力線心および光接続部が損傷しないよう耐外傷性を求めるものまでとし、防水はケーブル構造同様に接続部に期待する設計とした。

特に22 kV用ジョイントでは、後述するように、海底ジョイントをカタナリー状で沈設する方法と海底ジョイントを水平に吊って沈設する方法の2種類を実施するため、両方式でも耐えうる機械特性とすることを設計条件に入れた。

電力線接続部に関しては、22 kVはテープ巻き絶縁、66 kVはゴムブロックとし、接続部保護銅管に水密構造を施す構造とした。また、海底ジョイントの端部は海底

ジョイント沈設作業においてケーブルに過度な曲げが生じないように抑制装置(ベンドリストラクタ)を施した。

以上の様に設計を行った接続部の試作を行い、1.3 MPa下の耐水圧および透水性試験を行い、問題の無いことを確認した。

現場組立後の22 kV用海底ジョイント写真を図5に示す。



図5 22 kV用海底ジョイント外観

## 4. ケーブル布設工事

### 4.1 布設手順

図6に第2期工事での布設手順を示す。まず、ライザーケーブルを浮体に引込み、ケーブルを繰出しながらモジュラビ等ケーブルアクセサリを取り付ける。その後、ケーブルタッチダウン点を確認、ケーブルを所定位置まで繰出した後、台船上で海底ジョイントを組立てる。海底ジョイントをカタナリー状に沈設させ、着底状態を確認した後、海底ケーブルを浮体係留位置近傍の所定位置まで布設し、端部にマーカビを取り付ける。

次に、風車浮体に変電所への引き込みと同様な手順でライザーケーブルを引込み、所定位置までライザーケーブルを布設した後、海底ケーブルを台船に揚収し、海底ジョイントを組立てる。海底ジョイントは天秤棒を用いて水平に吊り、沈設作業を行い海底に着底させる。必要な埋設作業を各年度に行い、布設作業完了とする。

布設作業後には、ROV (Remotely Operated Vehicle) によるケーブル埋設、布設後のライザーケーブル線形及び布設状態確認を実施した。

また、電力線心には直流耐電圧試験、光線心にはOTDR (Optical Time Domain Reflectometer)測定を実施し、それぞれ問題が無いことを確認した。

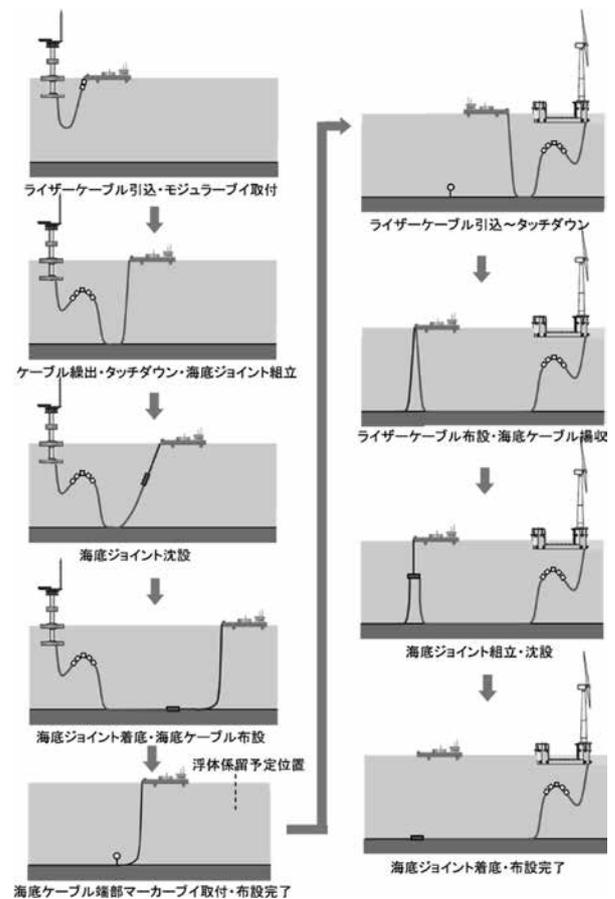


図6 22 kVライザーケーブルおよび海底ケーブルの布設手順

### 4.2 布設工事

各年度の工事概要を表3に示す。

表3 各年度の工事概要(※)

期間	工事概要	備考
2013年度	陸上連系線工事 陸上開閉所～洋上変電所間 66kV ケーブル布設 洋上変電所～洋上風車(2MW)間 22kV ケーブル布設	2MW 風車運開
2014年度	洋上変電所～洋上風車(7MW) 浮 体係留予定位置間 22kV ケー ブル布設 (2条)	
2015年度	洋上風車(7MW) 浮体への22kV ケーブル布設 (1条)	

※表は2016年2月時点のもの

布設作業には、ターンテーブルを装備し、Dynamic Positioning System (DPS) で作動するケーブル布設専用台船「開洋」を使用した。ケーブル及び資機材を積み込んだ布設船の写真を図7に示す。布設船「開洋」には、ライザーケーブルおよび海底ケーブル、モジュラブイなどのアクセサリーを積み込んだ。ケーブル布設中の様子を図8に示す。



図7 布設台船「開洋」



図8 風車へのケーブル布設(7 MW級風車)



図9 海底ジョイント沈設作業



図10 海底ジョイント沈設作業



図11 海底ジョイント着底



図12 ROVでの線形確認

海底ジョイントは「開洋」上で組立てた後、図9に示す様に布設船のシューターから海中へとカテナリー状に沈設布設する方法、および図10に示す様に天秤棒を用いて、クレーンおよびウインチで海中へと沈設布設した。海底ジョイントの着底時はROVでケーブル曲率等を観測しながら注意して作業を行った。図11に海底ジョイント着底時のROV写真を示す。

布設作業後に、電力線心には直流耐電圧試験、光線心にはOTDR測定を実施し、それぞれ問題が無いことを確認した。また、ROVで布設後のライザーケーブル線形及び布設状態を確認し、主要点の位置を確認、設計値と遜色無いことを確認した。図12に一例として、モジュラブイの確認時の写真を示す。

## 5. おわりに

このFukushima PJにて世界最大級の浮体式7 MW級洋上風車へのケーブル接続工事、送電システムの建設工事が完了した。工事完了後も、保守・点検など管理・維持手法の検証を行い、一定の成果を挙げる事ができた。

浮体式発電システムの送電システムとして必要なライ

ザーケーブルは世界でもまだ十分な実績があるとは言えないが、本PJにて得られた知見を活かして最適システム設計や維持管理手法の確立を目指す予定である。

なお、この研究は、経済産業省の福島復興・浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業として実施されており、関係者には感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 藤井 茂, 榊原 広幸 他: Fukushima FORWARD Projectにおける送電システムの開発」古河電工時報, Vol.131 (2013) & Vol.135 (2016) .
- 2) Yuji Tateno et al: "Dynamic Cable Installation for Fukushima Floating Offshore Wind Farm Demonstration Project", CIGRE AORC Meeting, (2014).
- 3) 福島洋上風力コンソーシアム
- 4) 籠浦 徹 他: 「海洋エネルギー送電システム」, 日本船舶海洋工学会誌 KANRIN, 第62号(2015).

## 耐火・耐熱電線等認定・評定番号一覧表

### 2020年10月～2021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
<b>低圧耐火ケーブル(電線管用)</b>				
JF1334	2020.11.19	伸興電線(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
JF1336	2021.1.25	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
JF1337	2021.1.25	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
JF1338	2021.1.25	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
JF1340	2021.1.25	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
JF1341	2021.1.25	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
JF1342	2021.1.25	伸興電線(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
JF1345	2021.1.25	住電日立ケーブル(株)	東日京三電線(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

<b>高難燃ノンハロゲン低圧耐火ケーブル(電線管用)</b>				
JF21170	2020.10.22	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
JF21177	2020.12.18	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
JF21171	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21172	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21173	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21174	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21175	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21176	2021.1.25	タツタ電線(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

<b>高難燃ノンハロゲン高圧耐火ケーブル(電線管用)</b>				
JF26080	2021.1.25	古河電工産業電線(株)	昭和電線ケーブルシステム(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
JF26081	2021.1.25	古河電工産業電線(株)	昭和電線ケーブルシステム(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

評定番号	評定日	申請者	製造者(連名申請時)	品名
<b>高難燃ノンハロゲン低圧耐火ケーブル(電線管用)1時間耐火</b>				
JF21171	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21172	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21173	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21174	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21175	2021.1.25	タツタ電線(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
JF21176	2021.1.25	タツタ電線(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

<b>低圧耐火ケーブル(電線管用)1時間耐火</b>				
JF1337	2021.1.25	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
JF1338	2021.1.25	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
JF1340	2021.1.25	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	2021.1.25	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	2021.1.25	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
JF1267	2021.1.25	華陽電線(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
JF1268	2021.1.25	華陽電線(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

<b>耐熱形漏えい同軸ケーブル等</b>				
JH0076	2020.11.19	(株)フジクラ・ダイヤケーブル	—	耐熱形同軸ケーブル
JH0077	2021.1.25	日立金属(株)	—	耐熱形同軸ケーブル

<b>低圧耐火ケーブル接続部</b>				
JFS0078	2020.11.19	古河電工パワーシステムズ(株)	—	低圧耐火ケーブル接続部

## IEC/TC20/WG17 WEB 国際会議報告

### 1. はじめに

毎回世界各地で開催されているIEC/TC20（電力ケーブル）のWG会議だが、昨今の状況から、本年は、全てリモートでの開催となっている。ここでは、5月6日に開催されたWG17（低圧電力ケーブル）の審議概要について報告する。

現在のWG17の主な作業は、EV充電ケーブルのうち直流急速充電用ケーブルの規格である、IEC 62893-4シリーズの制定及びWG17の担当するメインの製品規格である、IEC 60227シリーズ（ビニルケーブル）及びIEC 60245シリーズ（ゴムケーブル）のメンテナンスである。これらに加え新たな製品規格の開発作業が開始されている。

### 2. EV 直流急速充電ケーブル

一般直流急速充電用ケーブルの規格である、IEC 62893-4-1に関しては、今回の会議においてFDIS（最終国際規格原案）の投票結果が示され、賛成多数をもって発行されることとなった（5月7日発行済み）。

温度管理機能付きのEV急速充電用ケーブル規格であるTS 62893-4-2に関しては、IEC 62893-4-1をベースに、導体冷却用のチューブ等を規定した、作業用原案について審議し、この作業用原案を基にNP（新規作業提案）を発行することに合意した。この規格では、冷媒による導体腐食を考慮し、導体の腐食性試験を規定することが検討されている。

### 3. IEC 60227及びIEC 60245シリーズ

IEC 60227（PVCケーブル）及びIEC 60245（ゴムケーブル）のメンテナンスは、前回会議までに決定した方針に基づき現在、主に

1) エレベーターケーブルの削除

2) 試験方法規格の統一

に関する作業がタスクフォースにて実施されている。

1) エレベーターケーブルの規格廃止作業

WG17では、新たなエレベーターケーブル製品規格の開発を計画していることから、両シリーズで規定されているエレベーターケーブルの仕様を削除することとなっている。

当初エレベーターケーブルが規定されているIEC 60227-6からは、エレベーターケーブルのみを削除して、

この規格に含まれるその他の製品は、存続する方針であったが、現状IECにおいて、この規格に規定された製品を参照している規格が存在しないことから、規格全体を削除できるのではとのコメントがタスクフォースからあった。これについては、WGメンバーが各国において、この規格の廃止の影響がないことを確認することとなった。JIS等でこのIEC 60227-6を参照している規格などがあればご一報いただきたい。

2) 試験方法規格の統合

試験方法規格である各シリーズのパート2（IEC 60227-2及びIEC 60245-2）を統合し、新たな試験方法規格として発行する計画である。現在のパート2規格では、各試験に対応する要求特性が記載されているが、新たな規格は、TC20の作成する製品規格に横断的に適用されることから、要求特性は規定しないこととする旨の報告があった。

### 4. 洋上太陽光発電用 PV ケーブル

現状のIECに基づくハロゲンフリーのPVケーブルには湿度に対して非常に敏感な難燃剤が多量に含まれており、常時多湿の環境では、容易に劣化し、絶縁破壊するとのことで、このような環境に耐えうるPVケーブルの要求が出ているため、NPの発行が計画されている。

現在提案国であるドイツ国内において規格案の検討を進めている旨の報告があった。この規格案では、高温多湿での耐性をUL規格を参考に、90℃の水の中での長期荷電試験時のキャパシタンスの変化を測定することによって評価する方法が提案されている。

### 5. おわりに

WG17としては、初めてのWEB会議であったが、大きなトラブルもなく実施できていた。また、対面の会議では出席が困難な国々の委員もWEB会議であれば参加が可能であり、今回会議には、通常の対面会議の2倍以上の数の委員が参加していた。

発言者が分からない、通信状況の悪化で音声が入り切れる場合がある等の問題点も多いが、多くの地域からメンバーが参加する国際会議には、WEB会議は有効なツールであると感じた。

（試験認証部長 深谷 司）

# 2020年度 JECTEC WEB 電線技術者初級研修会 開催報告

## 1. 開催概要

今年度は、新型コロナウイルス感染拡大のため、従来の対面式の研修会を見直し、実習は中止とし、講義のみのオンライン形式(Zoom利用)で行いました。

毎年ご好評をいただいていた JECTEC の試験機を利用した実技実習を行えなかったことは大変残念でしたが、講義のみの WEB 研修会にもたくさんの方にご参加いただきました。以下に概要をご報告いたします。

■日程 12月2日～12月4日(午後のみ3日間)

■形式 Zoom ミーティングによるオンライン配信

■対象者 電線事業に携わって1年以上～3年程度まで、主に技術系社員

■受講者数 46名

■事務局(ホスト) 情報サービス部長 倉田、主任 児玉



WEB研修中の事務局

## 2. 研修会を終えて

JECTECとして初めてのWEB研修会であり、手探り状態で準備を始めましたが、経験者の方たちにノウハウをお伺いし、開催まで漕ぎ着けました。最適な音声発信の環境を繰り返しテストし、スムーズな画像・音声・講義資料の切り替えが一筋縄ではいかず、準備に一番時間を割きました。また、長丁場のWEBミーティングでは、ホスト間(情報サービス部2名)の連携・相互サポートがとても重要だということにも気づきました。

一方で、WEB研修を終えて課題も浮き彫りにな

りました。受講者からの満足度が2019年度の対面式の研修会に比べて下がっていました。

電線技術者初級研修会の満足度比較

回答	2020年度	2019年度	
		2回目	1回目
a. 大変満足	28%	73%	64%
b. まあまあ満足	70%	27%	32%
c. やや不満	2%	0%	0%
d. 不満	0%	0%	0%

受講者アンケートを集約した中で、複数挙がったご意見、および改善ポイント案を以下にご紹介いたします。

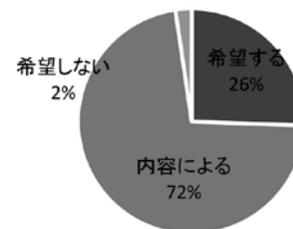
・コロナ禍でなければ、実習を体験したかった。  
⇒実習ができない分、補完するためのサービスを取り入れる。

(例) 実演レポートや動画で紹介する。

・聴講者が研修会に参加している実感をもっと持てるとよい。

⇒講師が一方的に話すだけでなく、聴講者が発言する機会ややりとりの場を作り、双方向コミュニケーションを取り入れる。

実習なしのZoom研修会の参加要望



今後もこうしたオンライン形式の研修・セミナーは状況を見ながら開催を計画してまいります。

受講者の皆様におかれましては、移動する手間がない分、気軽にご参加いただけたら幸いです。

(情報サービス部 主任 児玉 晴加)

講義	電線工業会の紹介と日本の電線産業の概要	日本電線工業会 部長 長澤 克	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。
	コードを使用する配線器具	日本配線システム工業会 専務理事 澁江 伸之	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、プレーカとの関係、かめ接続方法、事故対策などを概説する。
	電線・ケーブル被覆材料と環境規制	JECTEC 研究開発部 部長 北里 敬輔	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。
	電力用電線・ケーブルの概要	JECTEC 情報サービス部 部長 倉田 勝	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。
	JECTECで実施している試験の概要(1)	JECTEC 技術サービス部 主席 後藤 健次	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。
	JECTECで実施している試験の概要(2)	JECTEC 技術サービス部 副主席 梶田 義和	
	通信用ケーブルの概要	JECTEC 技術サービス部 主席 木村 豊	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。
	電線・ケーブルの製造方法	JECTEC 技術サービス部 副部長 池谷 敬文	産業用電線・ケーブルを中心に製造方法や、製造設備について解説する。
	電線のPSEとJIS	JECTEC 試験認証部 部長 深谷 司	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。

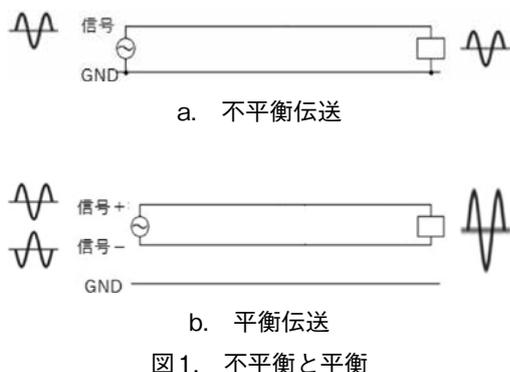
## 通信ケーブルのシールド特性評価（その2）

### 1. はじめに

前号より通信ケーブルのノイズエミッションについて紹介しており、今回はLANケーブルの漏話について説明した。今回はLANケーブルのエミッション、イミュニティに関係する平衡度について説明する。

### 2. 平衡伝送とは

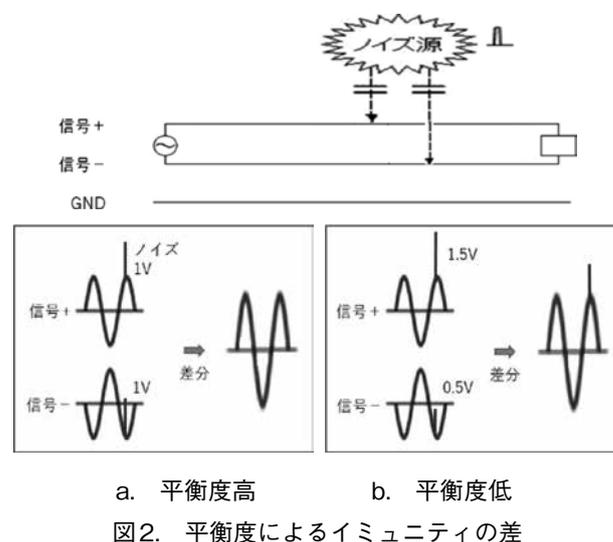
メタルケーブルでの電気信号伝送方式には不平衡伝送と平衡伝送の2種類がある。不平衡伝送は信号線とGND線の間で信号を伝送するもので、同軸ケーブルがその代表的な例である。これに対し平衡伝送とは2本の信号線(以下ペア線と称す)の間で振幅が同じで位相が反転した信号を用いその差をデータとするもので、差動伝送ともいう。この方式の代表的な例はLANケーブルである(LANイコール平衡伝送ではないが、現状殆どのLANはツイストペアケーブルを用いた平衡伝送である)。平衡伝送の利点は差動であるためコモンモードが小さくエミッションが低減され、また妨害波に対するイミュニティが向上するという点である(図1および図2のa)。



### 3. 平衡度について

前項で平衡伝送の利点について述べたが、これは理想的なペア線の場合であり実際には導体の太さ、撚りピッチなどにバラツキがあり完全無欠の平衡線などはない。ではこの平衡度が悪いとどのような影響があるか。例えばペアの入力端に+1 Vと-1 Vを加えた場合を考える。完全な平衡線であれば出力にも±1 Vが現れ2 Vの差動電圧が得られるが、もし平衡度が崩れていると出力端の電圧が+1.1 Vと-0.9 Vのようになり、その差0.2 Vがコモンモー

ド電圧となる。この電圧はGNDとの間に発生するため、ペア線がアンテナとなって電磁界を放射する。またペア線に外部からノイズが印可された場合、平衡度が高ければペア線の両方に1 Vのスパイク電圧が発生したとしても差をとることでキャンセルされるが、平衡度が低ければペアの片方に1.5 V、他方に1 Vのように印可される電圧が等しくはならない。このため差をとってもノイズがキャンセルしきれず、通信エラーが発生し再送信による遅延等の問題につながることになる(図2)。



このように平衡度は重要な特性であるため、ANSI/TIA-568.2-DやISO/IEC 11801 Ed2.2等ではこれを次に示すふたつのパラメータで規定している。

#### (1) 横方向変換損失 TCL

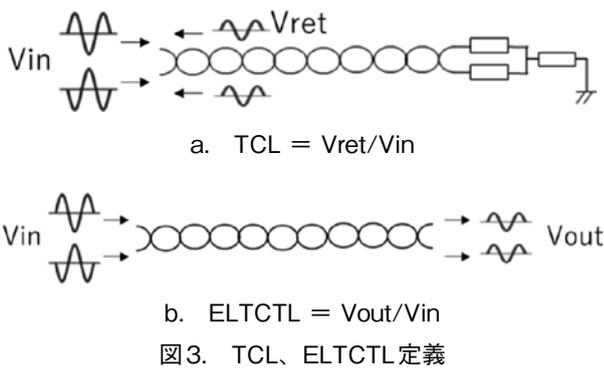
(Transverse Conversion Loss)

ペア線に印可した差動モード信号とコモンモードの反射信号の比であらわす(図3のa)。反射損失のアナロジーで考えると分かり易い(反射損失では差動モードの反射信号を測定する)。

#### (2) 等レベル横方向変換損失 ELTCTL

(Equal Level Transverse Conversion Transfer Loss)

ペア線に印可した差動モード信号と出力端に現れるコモンモードの信号の比であらわす(図3のb)。出力端の信号はケーブル長に影響されるため、単位長さ当たりの値に正規化する。TCLと同様に挿入損失のアナロジーで考えるとよい。



TCLもELTCTLも完全な平衡線であれば共通モード信号は発生しないが平衡度が低いとこれらの値は大きくなり、ANSI/TIA-568.2-DではCat6以上のケーブルに対して図4のように規格値が定められている。

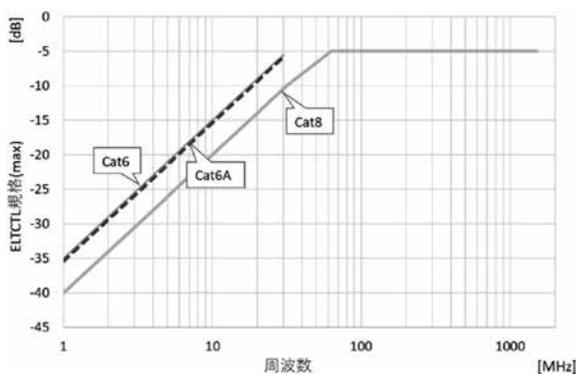
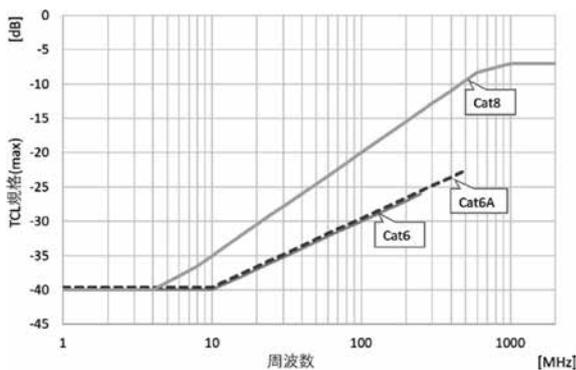


図4. TCL、ELTCTL規格上限値

(ANSI/TIA-568.2-D:Horizontal Cable)

## 4. JECTECでの測定

前回および今回述べたLANケーブルのエミッション、イミュニティに関するパラメータはJECTECで測定することが可能である。試験機および試験時の

ケーブルの延線状況を図5に示す。必要な場合はぜひご相談いただきたい。



図5. ツイストペアケーブル特性試験

## 5. おわりに

今回は通信ケーブルのシールド特性の第二回目としてLANケーブルの平衡度について述べた。次回は不平衡ケーブルからのエミッションの測定について紹介する予定である。

(技術サービス部 主席 木村 豊)

## 屋外で使用されたPVC被覆電線（DV線）の劣化状態調査

### 1. はじめに

屋外配電用電線は、屋外で長期間にわたり使用されるため、耐候性と耐久性が求められる。当センターではPVC電線被覆材料の耐候性を評価するために、最長20年間の屋外暴露試験を行っている。しかし、屋外暴露試験は試験結果が得られるまでに長い時間を要するため、一般的にキセノン光源等を用いた促進耐候性試験が実施されているが、両者の試験結果を比較した報告は少ない。そこで、昨年度実施したPVCの促進耐候性試験結果と比較するために、長期間屋外に施設された引込用ビニル絶縁電線（DV線）の各種特性を評価したので、その概要を紹介する。

### 2. 撤去DV線の概要及び評価項目

評価を行った電線は、中部電力パワーグリッド（株）殿管内で約20～40年施設された後に撤去されたDV線（DV3R）である。DV3Rは、ビニル絶縁された線心を3個より合わせた形状で、線心識別のために黒、青、緑に着色されている。また、撤去DV線は5種類で、導体サイズ、製造年及び製造社は異なる。撤去DV線の評価は、JIS C 3341「引込用ビニル絶縁電線（DV）」で要求される各種試験項目に加えて、被覆材の表面観察や熱安定剤の残存量等の評価を実施した。また、新品の実力値を把握するために市販品も評価した。

### 3. 撤去DV線の評価結果

JIS C 3341で要求される各種試験の結果を表1に示す。試料D、Eは、試料長不足のために一部の試験項目を実施できなかった。表1に示すように、構造、絶縁抵抗及び低温巻付け試験では、劣化により、規格を満たさない試料があった。特に絶縁厚については、導体サイズの大きい試料Eを除き、絶縁体が薄くなっており、規格不満足であった。絶縁体の減肉状況を確認するために断面を観察した結果、図1に示すように、太陽光に曝された暴露面（写真下側）が減肉していることが確認された。また、顕微鏡で絶縁体の暴露面（表2：右写真）を観察すると、暴露面表面には微細なクラックが生じていた。一方、線心同士が重なっていたために、太陽光が当たらない非暴露面（表2：左写真）にはクラックや肌荒れは見られず、減肉化も確認できなかった。

表1 JIS C 3341に基づく試験結果一覧

試料名	A	B	C	D	E
導体サイズ	14mm <sup>2</sup>		22mm <sup>2</sup>	38mm <sup>2</sup>	60mm <sup>2</sup>
製造年(年)	1999	1989	2003	1977	2000
構造(絶縁厚)	×	×	×	×	○
耐電圧	○	○	○	○	○
絶縁抵抗	常温	○	×	○	×
	60℃	○	×	○	○
引張	強さ	○	○	/	/
	伸び	○	○	○	/
巻付加熱	○	○	○	/	/
低温巻付け	×	×	○	/	/
加熱変形	○	○	○	○	○
難燃(一条)	○	○	○	/	/

○:規格満足、×:規格不満足、/:未実施(試料不足)

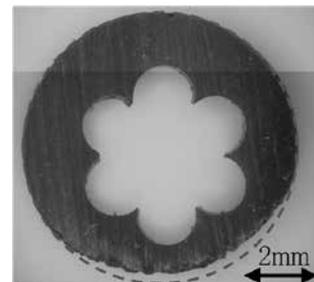
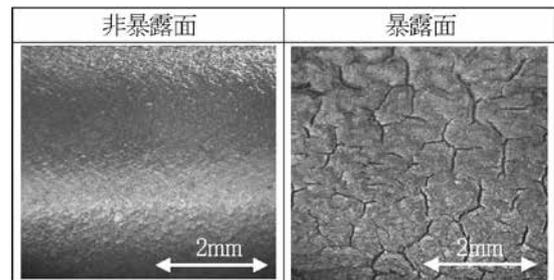


図1 絶縁体の断面図(試料B、青線心)

表2 表面観察(試料B、青線心)



次に、絶縁体の減肉量と施設年数の関係を図2に示す。製造社と導体サイズが異なるため、相関性はやや低いものの、傾向としては、施設年数が長い方が絶縁体減肉量は多くなった。また、線心間で比較すると、黒線心は、青、緑線心に比べて減肉量が少なく、黒線心に添加されたカーボンによる紫外線遮蔽効果により、劣化が抑制されたものと考えられる。

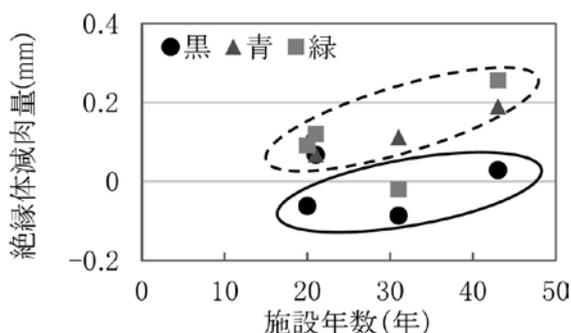


図2 各線心の絶縁体減肉量と施設年数の関係

表1において規格不満足となった絶縁抵抗と低温巻付けの特性の低下は、絶縁体の減肉化及び表面の肌荒れに起因していると推測される。表1で規格を満足した項目の内、施設前の新品と比べると性能が低下した項目の一つに、引張伸びがある。その結果を図3に示す。試験片の形状は、試料A、Bは管状、試料Cはダンベル状とし、試料Cは暴露面と非暴露面の双方で引張を実施した。いずれの試料も規格値は満たしているが、市販品と比べると大きく低下しており、線心の色による違いは見られなかった。一方、図4に示す通り、引張強さは低下していなかった。昨年度実施した促進耐候性試験では、暴露時間の経過と共に、引張伸びだけでなく引張強さも低下したが、この点は異なる結果となった。

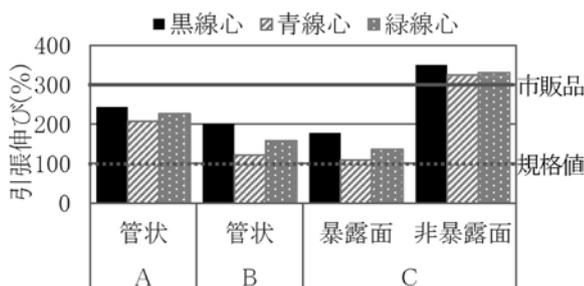


図3 引張伸び測定結果

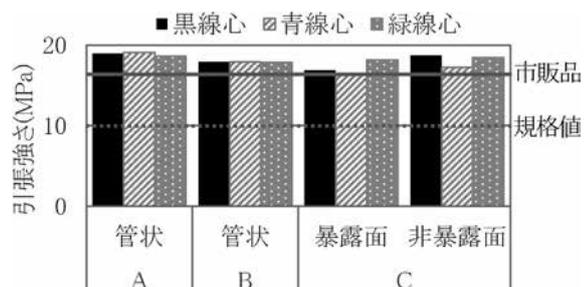


図4 引張強さ測定結果

次にPVC樹脂の劣化度合いを評価する指標の一つである熱安定性試験の結果を示す。PVC樹脂には、塩化水素の脱離に起因する連鎖的な分解反応を防ぐために、熱安定剤が添加されており、その残存量を評価する方法として、JIS K 6723に熱安定性試験が規定されている。図5は、試料Cの絶縁体を厚さ方向に2分割して測定した結果であり、「暴露面」の「外側」の部位の熱安定性時間が大きく低下し、熱安定性がほぼ失われていた。他の部位では、一定の熱安定性時間を保っているが、市販の新品のDV線と比べると熱安定性は低下していた。また、いずれも黒線心の熱安定性時間が青、緑線心よりも長く、減肉度合いと一致した傾向であった。

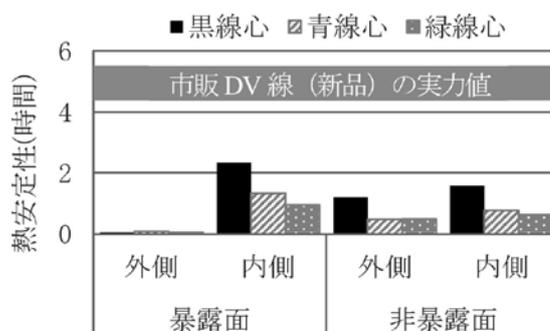


図5 熱安定性試験結果(試料C)

#### 4. おわりに

本調査では、屋外での実使用環境下のPVC電線の劣化状態を知るために、長期間屋外に施設された引込用ビニル絶縁電線を購入し、電線に要求される各種特性を評価した。その結果、JISの試験項目では、絶縁厚、絶縁抵抗、低温巻付け試験において、規格値以下まで特性が低下することを確認した。また、JIS以外の項目では、暴露面に減肉、肌荒れやクラックが生じており、また、暴露面を中心に熱安定性が低下することを確認した。今後、これらの調査結果と促進耐候性試験結果との比較を行い、より実使用環境を再現する促進耐候性試験法を検討する。

(研究開発部 副主席 新屋 一馬)

---

## 去る人

---



後藤 謙次

JECTECでは間に6年を挟んで3年×2期の合計6年にわたり、お世話になりました。  
荀子の言葉に「夫れ学は通の為に非ざるなり。窮して困しまず、憂いて意衰えざるが為なり。禍福終始を知って惑わざるが為なり」とあります。この言葉を志にJECTECの皆さんとともに真摯に仕事を進めて参りました。引き続き“学”を志にご縁を大切に役割を果たしてゆきたいと思っております。ありがとうございました。



芝山 秀樹

2018年に住友電工からJECTECへ出向して3年が経ちました。  
3年の間、地元の方や各地からの出向者の方々には大変よくして頂き、有意義な時間を過ごすことができました。どうもありがとうございました。  
帰任先の大阪電力品質保証部でもJECTECで学んだことを活かせたらと思います。浜松での生活においては、海が近くマリンスポーツや美味しい物の食べ歩き、観光を満喫させて頂きました。

---

## 来る人

---



ぶんや  
文屋 勝

12月から千葉より赴任して参りました、文屋(ぶんや)と申します。前職ではウェハプロセスを使った電子基板の開発を行って来ました。電線については触ること自体初めてで、また、浜松での生活も人生初となります。浜松はお城や湖など見所が満載なので色々な所を巡り、公私ともに新たな知識や経験を積むことができればと考えております。一日でも早く皆様の力になれるよう努力していく所存ですので、ご指導の程お願い申し上げます。



まなご  
真子 利勝

2021年1月1日付けで技術サービス部に配属になりました真子(まなご)と申します。  
前職場では主に製造部門で金属シース製造に携わっておりました。  
検査関係は初めてで皆様に御迷惑をお掛けしますが、前向きに頑張っていけますので宜しくお願い致します。  
この浜松の地を第二の故郷と呼べるように良い思い出をたくさん作りたいと思っております。

## “近藤レーシングチーム”の今

2020年6月から浜松で勤務するようになりました。生活の足、通勤の足として、自分で運転して車を利用するようになったのは初めてです。グリーンのAQUAを購入し、保有しておりますのは理由があります。

①ウィングドンの芝をイメージする緑を、②熱と炎を示唆する燃焼機関のある車を、③高価な金属が搭載されている電動車を、④みずみずしい青年をイメージする水を というのが理由です。

大学入学とともに上京し、就職しました。テニスの対抗戦等で訪れた大学や公園、仕事で関係させていただきました工場、医療機関、都市、通い慣れた書店やホテル、お城や競技場などの近くを車で訪れます。

北海道にも半年間、勤務しておりましたが、休日はほぼ道内観光に費やしておりました。札幌から、釧路、網走、函館、帯広など主要駅まではJRで移動し、その先は、駅でレンタカーを借りて移動するというパターンでした。雪の日は、スタッドレスタイヤの付いた車高の高い車をご用意いただくなどとても親切にいただきました。

12月末から約一か月間、大規模修繕を行いました。狭隘な道路等で負った、ヘコミ、傷等を修繕するためです。到着後のイベントなど先のことを気にし過ぎましたり、走行ルートにこだわりが過ぎますと、意識が散漫になる傾向にありますので注意しております。

傷とは関係ありませんが、最高速度120 km/時から80 km/時になる新東名高速道路から東名高速道路への合流部、御殿場から秦野中井までカーブが右に左に連続し追越車線の空くところ、夜間の運転を繰り返した後の昼間の運転、表示が控え目に出ている分岐点等ではスピードを抑えるよう意識しております。

当初は、サービスエリアで購入する飲料や食べ物のゴミを全て持ち帰り、浜松市のゴミ収集日に出しておりましたが、買った分程度のゴミは、当該サービスエリアで捨ててくるというのがマナーと考え、

今ではそのようにしております。

東名高速道路の伊勢原JCTから新東名高速道路に入り、新湘南バイパス道を経て、横浜新道、保土ヶ谷バイパスを経て、首都高速道路に入り、東京駅八重洲口地下駐車場に滑り込むルートがあります。横浜みなとみらい、平和島、羽田空港、昭和島、臨海副都心、新木場、海ほたる、袖ヶ浦などにも行けるルートの一つですが、途中一般道を15 km程度、通過することになります。一流のプロテニスプレーヤーを輩出しています荏原湘南スポーツセンターの近くや、箱根駅伝の走行ルート(戸塚中継所付近)になっていることを後で知りました。

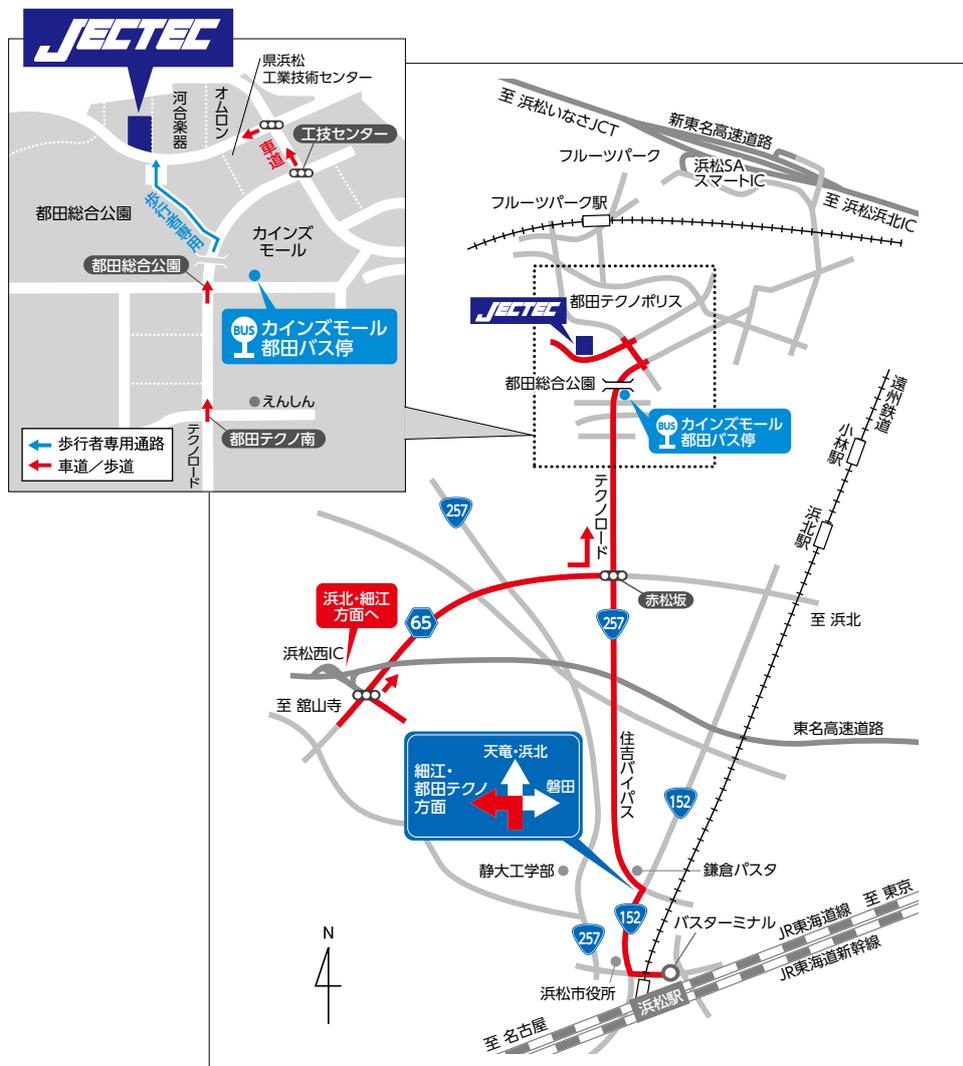
港湾内を行き交う船舶を目にする時、物流の大動脈ともなっている幹線道路をトラックと共に並走する時、離着陸中の航空機の巨体に遭遇する時、サービスエリアのお土産店などで各地の産品を目にする時、カーナビから流れる渋滞や道路工事のアナウンスを耳にする時など、コロナ禍においてなお、活力と豊かさをもつ日本経済の一端を肌で感じることができます。

1月30日、深雪の北海道を訪れました。四駆を貸して頂き、道央自動車道を旭川まで北上。その後、昨春に全通しました深川留萌自動車道に入り東洋に向かって車を走らせました。夕暮れの時間帯、猛吹雪の中を前へ、前へ、力強く進みました。

\*“近藤レーシングチーム”は、大学時代に学内部別対抗駅伝に参加した際に付けていただいたネーミングです。  
(専務理事 近藤 裕之)



横浜 山下公園



### 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15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I.C.から約25分(11km)  
 ・新東名浜松SAスマートI.C.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。 <https://bus.entetsu.co.jp/index.html>

## 表紙の写真:「カナメ神宮の源平しだれ桃」

JECTECの北西、引佐町奥山(静岡県浜松市)にあるカナメ神宮の庭園には3月下旬～4月中旬にかけて、しだれ桃が咲き誇り、誰もが見入ってしまうほどの絶景をご覧いただけます。また、園内ではソメイヨシノとの共演も見られ、その美しさに思わず圧倒されてしまいます。

源平しだれ桃は一本の木から白、紅色、紅白の絞りの花が咲き、この三色の花が咲き乱れる様子を源平合戦に見立ててその名がついたと言われています。

春の温かくなるこの時期、鮮やかに彩られたしだれ桃を是非ご覧いただきたいと思います。

(技術サービス部 佐野 正洋)

無断転載禁

## JECTEC NEWS No.92 MARCH 2021

発行日：2021年3月31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丁目4番4号  
 TEL：053-428-4681 FAX：053-428-4690  
 ホームページ：<http://www.jectec.or.jp/>

編集責任者：情報サービス部長 倉田 勝