

電気学会 IEEJ プロフェッショナル アクションレポート

2024 年 10 月・第 59 号

IEEJ プロフェッショナルニュース

ニュース 1. IEEJ プロフェッショナル会 第 140 回議事メモ

1. 日時：2024 年 6 月 25 日（火）14 時～16 時
2. 場所：Zoom オンライン
3. 出席者：佐野光夫、伊藤二郎、八坂保弘、佐藤信利、大島正明、長瀬 博、木村軍司、古関庄一郎、佐藤勝雄、谷口 元、萩原勝夫、深尾 正、深川裕正、松岡孝一、松村基史、目黒雅也、持永芳文、山内経則、桂誠一郎、加藤紀光、河合三千夫、川北浩司、木下繁則、小塚正裕、近藤良太郎、斉藤涼夫、白川晋吾、白坂行康、杉本敏文、津久井勤、寺嶋正之、中島昌俊、野田紘憲、福井千尋、福島哲治、藤田秀紀、前田隆文、室 英夫、山極時生、吉田昭太郎、渡邊 稔（IEEJ プロフェッショナル）、坂本英雄（日本技術士会）（以上 42 名）
4. 定例会次第
伊藤副代表より今後のスケジュールの説明があった。
5. 講演：『私の 32 年間の技術開発～中部電力退職にあたり～』
講演者：杉本敏文氏（中部電力㈱、IEEJ プロフェッショナル）
 5. 1 講演要旨
 - (1) 自己紹介
1992 年 4 月、中部電力株式会社に入社。
中部電力の変電部門の技術職として、保守点検工事に取り組み、ここから派生して、海外電力会社への技術コンサルタント、保守点検技術に関する技術開発に取り組む。本店での勤務、その後、管理職・総務部門の 5 年を経て、技術研究所に 8 年勤務。変電所・電力設備全般の保守点検工事に関する技術開発・研究業務に従事。2024 年 6 月 30 日、52 歳で中部電力を退職予定。
 - (2) 講演内容
5 件の技術開発成果について、紹介があった。
 - (2.1) 電磁投入式遮断器の投入電流波形測定による異常診断
 - ・CBM(Condition based maintenance)に移行するなか、適正な保守費用コストダウンをはかるため以下の新しい点検方式を考案した。
 - ・電磁投入式 CB（遮断器）とは電磁ソレノイド（直流電磁石）の磁気吸引力による直線運動で駆動する遮断器であり、配電用変電所の 77kV 主要変圧器高圧側 OCB 及び 6.6kV 配電線用の VCB や LOCB（少油量遮断器）に採用されている。中部電力管内電気所 27,000 台の 67% を占めている。
 - ・課題は、特に「入」動作に対する試験が不足していることである。過去 10 年間の「入」不動作障害 240 件（全 CB 障害の 44%を占める）と多いことである。

- ・監視は、電磁ソレノイドを励磁するための駆動用 DC 大電流（100A程度）を直接測定する。電流は、2つのピークをもつ。この測定には、DC クランププローブとオシロレコーダーを組み合わせた測定方法を採用した。
- ・この波形を電流値と経過時間、関連機構の動作から、13 分解パートの特徴点を抽出、点検項目、判定基準を標準化した。「CB 入不動作障害様相一覧表」を作成し、判定管理手法を確立した。

(2.2) Practical Application of Diagnostic Method of Circuit Breaker by Measuring Three Current Waveform（遮断器の3つ電流波形測定による診断手法の実適用）

- ・2002年10月、前述の「投入電流波形測定」の研究を国際会議「IEEE-PES 2002」にて発表した際、会場に聴講にいられていたシンガポールパワーグリッド社（送電会社、以下 SPPG 社）の副社長から電流波形診断をはじめとした変電所保守点検技術に関するコンサルティングの依頼を受けた。延べ6年間実施し、遮断器電流波形診断を導入した。その結果を東アジア・西太平洋電力協会（AESIEAP）マカオ大会（CEPSI 2008）にて発表した。
- ・新たに電動バネ投入(motor spring type)VCB の診断方式を提案した。
- ・更に、不具合の判定には Driving motor current（投入駆動モータ電流）、Closing coil current（投入コイル電流）、Tripping coil current（引外しコイル電流）の3つの部位電流の波形測定と形状分析を用いた。
- ・協働で DC 駆動 95 台の遮断器、AC 駆動 35 台（22kVx 3 台、6.6kVx 32 台）に対して駆動電流波形を観測し、波形形状による判定方法を確立した。

(2.3) 油圧操作式遮断器の総合動作試験の考案

- ・C BM(Condition based maintenance)手法への移行が進む中、油圧操作式遮断器の油圧関係測定試験として実施している合計7項目を定期点検の効率化、低コスト化に向けた研究を行い、実証した。
- ・これに対して、本来の診断レベルを落とさず状態傾向管理ができることを前提として、油圧総合動作試験（開閉2回動作による油圧降下量・アキュムレータ充油時圧力・油圧ポンプ初充油時間を一連の流れ作業で測定する）と巡視作業における「油圧ポンプ動作回数記録」と共に実施することで、合計2項目の測定試験に集約し、油圧関係の必要な診断レベルを満たすことができるよう合理化手法を考案、実機で検証した。
- ・一連の流れの作業で測定を行うため、効率的な試験手順モデルを作成した。

(2.4) 「点検サポートシステムの構築」

- ・ハード面では、分解ガス分析器、接点接触抵抗測定器など11種類の測定器を新たに開発実証した。
- ・ガス絶縁変圧器の分解ガス分析器
電子回路の簡素化し、識別用フィルタによる雑ガス除去（排除雑ガスを95%除去達成）、ガス循環回数増と併せ微量ガスの検出感度向上を開発し実証した。
- ・開閉器パレットスイッチ接点の接触抵抗測定器
パレットスイッチとは、開閉器本体の主接点と連動した制御回路用の補助接点である。点検

は送電線停止による作業でも一部の制御回路は停止できない。そこで、ヒューマンエラーの排除のため危険な状態を検出した場合、警報と共に測定作業を中断させるフェールセーフ機能を追加、自動測定による測定誤差要因の排除、測定精度の向上、更に測定時間の短縮化（1時間→12分）した測定器の開発を行った。

- ・ 全社データを用いた判断支援手法

個々の機器の経年変化のみで判断していたものを全社同一種類の全体傾向を加味し、同一種類の全社データを散布図、傾向分布（ヒストグラム）との比較や故障障害情報の履歴は現場に提供し閲覧・活用できる仕組みを構築した。

IT技術にて効率化するため携帯型情報ツールを用いたシステムモデルを試作した。

(2.5) 「人間工学による作業負担軽減に関する研究」

- ・ 中部電力では、2016年から人間工学に基づく作業負担分析と作業負担軽減に関する4つの対象作業の研究をした。
- ・ 「静的な姿勢評価手法」の事例として、腰部モーメントの評価、椎間板圧迫力の評価を採用した。
- ・ すなわち、「変電所砕石敷地でのガスボンベ運搬作業」、「マンホール蓋の開閉作業」、「処理室等での制御ケーブル取扱い作業」の3テーマである。
- ・ 「動的な分析手法」を用いた事例として、「砕石路面での歩行作業」である。
- ・ 以上計4テーマについて、作業時の負担を筋力や骨格の回転軸などの視点から分析、具体的な負担軽減策についての説明があった。

5. 2 質疑応答

(1) 白坂氏

(質問) 油入機器の異常を診断する漏油の検出だが、感度の向上など検出機器側のアプローチが多いようだ。今回の取り組みはユニークで「変色（漏油時赤色化）テープの採用」している。その着想に至った背景はどうか。

(回答) 油滴となる場合、落ちる前に検出すること、油滴落下に至る状態を遅らせることで状況を観察することできる。タイミングと共に赤色変化させることで監視カメラ画像による検出を容易化した。解像度高いカメラは経済性の点から採用は難しく、汎用品の利用を可能とした。

(2) 谷口氏

(質問) マンホール作業のアシスト機器と建設業界で採用が進むロボットなどの紹介あったが、物流業界でのトラックから荷揚げ、荷下ろしや介護などの現場など今後の日本社会が抱える労働現場の高齢化や人員不足などの課題解決にアシスト機器のニーズは多い。この課題に対して幅広く対処できるようなユニバーサルなアシスト機器の開発は難しいのか。

(回答) 今日ではアシストスーツなどが開発されている。用途も広く汎用と捉えられるが、アシストスーツは筋力をサポートする。一方、当開発品は人間工学的に動的・静的分析に基づき、骨格の動作の点から改善することに着目している。姿勢を改善しアシストする機器・装具を提案している。課題と解決策も千差万別であり、万能策は難しいと考える。

(3) 伊藤氏

(質問) これまでも IEEJ プロフェッショナル、電気理科クラブの活動に貢献していただき感謝している。発表に「84歳まで現役で」とのご紹介があったが、84歳という年齢を選んだ理由があればご紹介いただきたい。

(回答) 現在 52 歳、32 年間務めた。今後も 32 年は働きたいと考え、52+32 から 84 歳を目標とした。今後とも電気学会、IEEJ プロの活動を続ける予定です。

(4) 白坂氏

(質問) CIGRE.B3.47WG (変電所内へのロボット技術の応用) の起案は確か中国で、コンビーナも中国国家電網の方の筈である。WG での活動を通してのロボット技術導入状況など中国勢の動きなど紹介して頂きたい。

(回答) 中国 (国家電網) では積極的にロボット導入に取り組んでいる。国家指定の点検項目は多く、省力化を目的にロボット導入目標も設定されているが、「ヒトは嘘をつく、サボる」などの発言もあった。保守の費用対効果の捉えかたにも大きな差がある。WG 当時、UHV 変電所には既に 500 台位の走行式監視ロボットが配備されていた。しかし、ロボット導入に当たってのメンテナンスポリシーは日本とは異なっている。例えば、変電所構内は舗装路面を設け、定点観測、監視ロボットを走行させている。日本の場合、走行する場所は変電所構内の既存碎石路面、監視対象は既設の取付け配置など前提としており見えにくいところまで監視できるようロボットの機能・性能を検討している。ロボット導入にあたり省力化、合理化の考え方は大きく異なっていると感じた。

(5) 山際氏

(質問) 開閉装置を担当してきた。これまでも電力機器に状態監視ためセンサ類を取り付け色々と開発・研究をしてきた。開発時期によっては変電機器に対して電子機器の信頼性や耐久性が劣るなど「盾と矛を間違えるな」とも言われた時代もあった。TBM (Time based maintenance) から CBM (Condition based maintenance) に進行し、オンライン監視の重要性が増す一方で、稀頻度動作の開閉機器の予知保全は宿題として残してしまっている。今後に向けた知見の紹介をお願いしたい。

(回答) 開閉機器の操作箱に関しても研究した。操作箱内の環境 (塵埃、湿度等) は、これまで 12 年に一度の交換としていた電装品の取替周期の延伸と大きな関係があることが分かった。機構周りのグリースの固着対策も稀頻度動作機器の予防保全であろう。機械工学の専門家との話した際に「通常動かない機械の不具合 (誤不動作) を事前に見つけるなど電力分野の方々には難しいことに取り組んでいるのですね」と評された経験がある。

(6) 佐藤信利氏

(質問) 52 歳という若さでの転身を迎え心境の変化はありますか。

(回答) 当初からの目標だった。55 歳では体が動かないだろう。幸い会社には早期退職制度もある。

(7) 大島氏

(質問) 個人事業者への転身では多くの場合、顧客探しに苦勞するケースもあろう。

(回答) 心配していない。これまでの人脈を活用できる。

(8) 伊藤氏

(質問) 研究や開発に関する成果の報告があった。製品化、システム化など活用状況について紹介
 願いたい。

(回答) ツールや診断機器の製品化、販売の実績は多い。「制御ケーブルカッター」を開発し、特許
 取得した。ツール系の商品では発表後、興味をもち購入いただけるお客様も多くメーカーの
 販売実績は多い。例えば、電力、鉄道、NTT などである。

6. 電気理科クラブ状況

- ・山内代表より、見学および支援員の増員の要請があった。また、将来の存続を考え電気学会
 社会連携委員会との連携が必要であるとの意見があった。

7. 本の紹介

持永氏 (IEEJ プロフェッショナル) より、本の紹介があっ
 た。

「電気の疑問 66」

オーム社、2024年6月26日発行

一般の読者に向けて、電気関係の疑問 66 件を選定して、専門
 家が回答している。

本会からは、

長瀬氏 (IEEJ プロフェッショナル) 3 件、

大島氏 (IEEJ プロフェッショナル) 1 件、

持永氏 (IEEJ プロフェッショナル) 3 件を

執筆している。

例えば、「エレベーターとエスカレータの電気代」「電気自動車の

バッテリーの交換」「電源周波数 60Hz と 50Hz の違い」「鉄道と電気鉄道の違い」「電源周波数の
 違う区間における電車への電力供給方式」「リニアモーターカーを超えるスピードの電車は可能
 か」「リチウム電池が爆発する理由」などである。



以上

ニュース 2. IEEJ プロフェッショナル会 第 141 回議事メモ

1. 日時：2024 年 9 月 10 日（火）13 時 50 分～16 時 20 分
2. 場所：つくばエクスプレス総合基地（守谷車両基地）
3. 参加者：(IEEJ プロフェッショナル) 伊藤二郎、佐藤信利、大島正明、河合三千夫、木村軍司、古関庄一郎、佐藤勝雄、鈴木 浩、谷口 元、中村知治、西方正司、野田和俊、深川裕正、松岡孝一、目黒雅也、渡辺和夫（16 名）
（交通・電気鉄道技術委員会前委員長、東京大学）古関隆章（1 名）

4. 見学内容

4.1 守谷講習室

首都圏新都市鉄道（株）会社案内、電気設備の概要、事前質問事項に対する回答、早期地震警報システム、列車無線設備の資料に基づき、電気管理所所長から、説明があった。

- (1) つくばエクスプレスの概要
- (2) 2005 年 8 月秋葉原駅～つくば駅間 58.3km 全線同時開業、最高速度 130km/h、ATC（自動列車制御装置）、ワンマン運転（ATO（自動列車運転）支援）、車両の種類 [(TX-1000 系（直流車）、TX-2000 系（交直流車）、TX-3000 系（交直流車）]
直流車は秋葉原駅～守谷駅間で、交直流車は全線で使用している。この運用は、交直両用車が直流車の約 1.6 倍高いことから、運用で経費を削減している。車両の耐用年数は約 25 年である。ブレーキシステムは、回生制動の効果が大きく、電力を回収するため、ディスクブレーキは、先頭車と最後尾車にのみついている。
- (3) 軌道：軌間 1,067mm、最急こう配 35‰、最小曲線半径 R=200m
- (4) 電気：直流 1.5kV 方式（秋葉原～守谷）と交流 20kV 方式（守谷～つくば）、変電所（直流 9ヶ所、交流 1ヶ所）、電車線 [直流区間:剛体ちょう架式及びびき電ちょう架式、交流区間：CS（copper clad steel）シンプルカテナリちょう架式]
- (5) 保安設備：信号保安方式（一段ブレーキ制御方式 ATC）、進路制御（列車運行管理システム）、列車無線（漏洩同軸ケーブル式デジタル無線）、通信（光ケーブルデジタル伝送方式）
- (6) 変電設備：柿岡地磁気観測所への影響を考慮し、一部交流区間としている。また、直流区間においても PWM 変換器を採用し、定電圧制御により、大地帰路電流による地磁気観測所への影響を抑えている。PWM 変換器により直流から三相交流へ変換できる特色を生かし、一般家庭の年間電気使用量の 1,800 世帯分に相当する 600 万 kWh 程度（2016 年度）の回生電力を電力会社へ売電する「電気供給事業」を行っている。
- (7) 早期地震警報システム：東日本大震災では、地震の大きな影響は受けなかったが、今後の安全確保のため、2013 年に地震初期微動感知機能（P 波）地震計を 5 箇所に設置した。これにより沿線 50km 以内を震源とする地震に対して、気象庁の緊急地震速報よりも約 2 秒程度早く警報を発せられる効果が期待されている。
- (8) 列車無線装置：デジタル列車無線を採用。全線 LCX（漏洩同軸ケーブル）方式として、線路の両側に LCX を敷設し、基地局と指令機器室に設置される中央装置との間は光伝送網で接続してい

る。

4.2 車両管理所（検車庫見学）

守谷駅から総合基地まで入庫線を通って、特別許可で回送車両に乗車した。車両管理所副所長から総合車両基地の説明を受け、検車庫を見学した。

- (1) 総合基地には、留置線 47 線、検車庫 4 線、工場 3 線（更新場）がある。
- (2) 電気設備として、交流き電設備は 2ヶ所、配電所 3ヶ所、信通機器室 2ヶ所、地震計 2ヶ所がある。交流き電設備は交直流車対応である。
- (3) 検車庫では車両、集電装置、電力変換装置、モータ、ATC 装置、ブレーキ装置などを見学した。

5. 謝辞

今回の見学会を、悪天候による延期もある中、実施して頂いた首都圏新都市鉄道（株）に感謝します。また、東京大学古関先生を始め関係者のご尽力に謝辞を表します。



留置線を背景にして総合管理所の前にて



検車庫の前にて

以上