

一般社団法人電気学会 電力・エネルギー部門 ニュースレター

目次

B 部門大会の開催案内	1
技術委員会表彰受賞者	2
高校生みらい創造コンテスト	
実施報告	3
研究グループ紹介	5
学界情報	6
海外駐在記事	7
調査研究委員会レポート	8
用語解説／論文誌目次	9
学会カレンダー	10

令和 7 年電気学会 電力・エネルギー部門大会の開催案内(第 3 報)

会 期 令和 7 年 9 月 17 日（水）～ 19 日（金）
会 場 琉球大学 千原キャンパス
〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1
<https://www.u-ryukyu.ac.jp/access/>
主 催 電気学会 電力・エネルギー部門（B 部門）
共 催 電気学会九州支部、電気学会九州支部沖縄支所
協 賛 電子情報通信学会、照明学会、電気設備学会、
静電気学会、映像情報メディア学会、情報処理
学会、日本技術士会、日本 CIGRE 国内委員会
（予定）
後 援 IEEE Power & Energy Society Japan Joint
Chapter
大会 Web サイト https://www.iee.jp/pes/b_event_r07/
大会実行委員会 Web サイト
http://ieej-pes.org/pes_2025/

大会参加費

区 分		事前申込	通常申込
会員 (不課税)	正員	18,000 円	21,000 円
	准員・学生員	8,000 円	10,000 円
会員外 (税込)	一般	30,000 円	33,000 円
	学生	13,000 円	15,000 円
正員入会キャンペーン（不課税）		26,200 円	29,200 円
論文集ダウンロード権のみ（税込）		8,000 円	—

- ・物価上昇等により、大会運営に伴う諸費用が増加しているため、大変心苦しい限りではございますが参加費を改定しております。
- ・大会参加費には、論文集（ダウンロード形式）の料金が含まれます。
- ・大会参加費は、座長にもご負担いただいております。また、事業維持員の方は会員外と同額となります。
- ・一般（会員外）の方を対象に、大会への参加を機に電気学会に正員として入会されると、初年度会費を 5,000 円減額するという大変お得な正員入会キャンペーンを実施します。なお、他の入会キャンペーンとの併用はできません。

オーガナイズドセッション

- (1) 風力発電関連人材育成（仮題）
- (2) クラウドデータで何が出来るか？（仮題）
- (3) インフラストラクチャーのためのサイバーセキュリティ対策（仮題）
- (4) 日韓合同シンポジウム

特別企画

- 日時：令和 7 年 9 月 18 日（木）14:00～18:00
会場：マリエールオークパイン那覇
- (1) KIEE 招待講演
 - (2) 特別講演
演題：（調整中）
講師：平良 歩 氏（琉球大学 博物館(風樹館)）
 - (3) パネルディスカッション
テーマ：「2050 年カーボンニュートラルに向けた電力・エネルギーシステムの役割（仮題）」
オーガナイザー：浅野 浩志 氏（岐阜大学）

懇 親 会

日時：令和 7 年 9 月 18 日（木）18:30～20:45
会場：マリエールオークパイン那覇

テクニカルツアー

琉球大学内にある農水一体型陸上養殖施設ならびに沖縄の生物や文化を学べる風樹館の見学ツアーを行います。午前、午後とも同一内容であるため、いずれかにご参加下さい。
日時：9 月 19 日（金）9:30～11:30／13:30～15:30
定員：各回 20 名

大会参加申込方法

- ＜事前申込 受付期間：令和 7 年 5 月 19 日（月）9 時～7 月 31 日（木）15 時＞
大会 Web サイトにおいて、大会参加の事前申込を受け付けます。大会参加費の支払い方法は「クレジットカード決済」と「銀行振込」の 2 種類となります。事前申込期限を過ぎると「通常申込」にてお受けすることになりますが、「通常申込」の支払い方法は「クレジットカード決済」のみとなりますのでご注意ください。
事前申込いただいた方には、会期前に事務局より、大会参加章など大会配布物を送付いたします。事前申込いただいた方は、受付を bypass せず直接セッション会場へお越し下さい。
なお、事前申込期限を過ぎますと、申込のキャンセルは受けかねますので、ご注意ください。
- ＜通常申込 受付期間（予定）：令和 7 年 8 月 6 日（水）9 時～9 月 19 日（金）15 時＞
- 懇親会ならびにテクニカルツアー参加申込方法
大会実行委員会 Web サイトにて受け付ける予定です。
キャンセルポリシー
大会 Web サイトをご確認下さい。

問合せ先 〒102-0076 東京都千代田区五番町 6-2 HOMAT HORIZON ビル 8F
電気学会 事業サービス課 電力・エネルギー部門大会担当 E-mail: pes@iee.or.jp

令和 6 年 電力・エネルギー部門 技術委員会表彰 受賞者

下記の技術委員会では、主催する研究会において特に優れた発表を行った若手研究者に対して表彰を行っています。これにより、当該技術分野の若手研究者の研究を奨励するとともに、育成を図ることを目的としています。受賞者には、表彰状と副賞が贈られます。令和 6 年の受賞者は下記のとおりです。

なお、受賞者の所属は研究会発表時点を記載しております。

優秀奨励賞（静止器技術委員会）

- ・清水 悠生 氏（立命館大学）
「大規模言語モデルを活用した四角形メッシュの自動生成システムに関する基礎検討」
- ・兒玉 直人 氏（名古屋大学）
「限流ヒューズ内で生じる直流アークの遮断に対するポリイミド樹脂と純水の試適用」
- ・吉田 成是 氏（三菱電機）
「変圧器内の開放油隙と閉塞油隙における気泡挙動と PRPD 特性」
- ・田河 和真 氏（名古屋大学）
「電力用油浸フィルムコンデンサを模擬した油ギャップ電極系におけるランプ状昇降圧波形印加時の部分放電およびガスボイド発生特性」

開閉保護研究発表賞（開閉保護技術委員会）

- ・西山 直希 氏（名古屋大学）
「Fundamental Study of Wavelet Analysis Method to Detect Short-gap Arcs in Low Voltage DC Facilities -Analysis Frequency: 1 kHz-10kHz-」
- ・山本 伊織 氏（名古屋大学）
「高温ドライエアへの高分子分解蒸気 CH₂O 混入による反応生成物および耐電界特性 -他種高分子分解蒸気との比較-」

若手優良発表賞（新エネルギー・環境技術委員会）

- ・兒玉 学 氏（東京工業大学）
「X 線イメージング/X 線超小角散乱を用いた磁性流体観察手法開発」
- ・首藤 悠汰 氏（防衛装備庁）
「爆薬駆動電磁流体発電機の数値解析」

若手優秀発表賞（電線・ケーブル技術委員会）

- ・尾崎 良多 氏（名古屋大学）
「電力用油浸フィルムコンデンサを模擬した油ギャップ電極系におけるランプ状昇降圧波形印加時の部分放電特性」
- ・土田 和史 氏（豊橋技術科学大学）
「充填剤の形状が静電吸着法により作製した tpPI/h-BN コンポジット材料の電氣的・熱的特性に与える影響」

奨励賞（電力技術委員会）

- ・松田 洋 氏（東京電力ホールディングス）
「系統安定化を目的とした直流送電システム制御に関する基礎検討」
- ・西井 翔馬 氏（大阪公立大学）
「リカレントニューラルネットワークを用いた深層強化学習による SVR の時系列考慮型電圧制御」
- ・竹内 洸稀 氏（大阪公立大学）
「深層強化学習を用いた最適潮流計算に関する検討」
- ・中村 美友 氏（名古屋大学）
「小規模事業所における V2B のための EV 利用スケジューリング手法の開発」
- ・藤原 真樹 氏（明治大学）
「周辺地域高度差及び風速変動傾向を考慮した機械学習切り替えによる風力発電出力予測に関する研究」
- ・後藤 巧 氏（名城大学）
「持続可能な V2H による停電復旧のケーススタディ」

若手奨励賞（高電圧技術委員会）

- ・浅田 千佳良 氏（中部大学）
「Lightning-Eyes で用いる水滴検知方法に関する研究」
- ・高木 智哉 氏（同志社大学）
「Electromagnetic and Thermal Stress Analysis of a ZnO Element」
- ・路 熙言 氏（同志社大学）
「FDTD analysis of lightning-induced surges inside high-rise condominium buildings」
- ・榎原 千陽 氏（静岡大学）
「実配電線エネルギー耐量超過事故に及ぼす雷撃柱および隣接柱避雷装置の影響」

若手優秀発表賞（超電導機器技術委員会）

- ・間藤 昂允 氏（北海道大学）
「バンドル化された NI HTS テープ巻線による電流遮断時の安定性に関する検討」
- ・村上 瑛基 氏（大阪大学）
「磁性流体を利用した海洋流出油の回収に関する基礎的研究」
- ・三浦 日菜 氏（大阪大学）
「サイクロン型磁気分離装置を用いたセシウム汚染土壌の減容化に関する基礎的研究」
- ・鍋谷 知廣 氏（新潟大学）
「断熱区間が高温超電導線の交流過電流条件に及ぼす影響」
- ・鈴木 創 氏（東北大学）
「素線間絶縁のない並列導体を用いた高温超電導コイルのクエンチ発生時の温度分布と発生電圧」

若手優秀論文発表賞（保護リレーシステム技術委員会）

- ・鈮持 恒丞 氏（東京都市大学）
「IED の導入に向けた変圧器比率差動リレーの動作試験の検証」

奨励賞（電力系統技術委員会）

- ・山本 浩輔 氏（富山大学）
「周波数偏差と連系線潮流偏差を用いた負荷変動量変化時の系統定数推定」
- ・北村 武尊 氏（東京理科大学）
「自律負荷制御による系統周波数調整の実証実験及び数値解析」
- ・渡邊 将太 氏（北海道大学）
「系統混雑解消を目的とした感度分析に基づく複合的な送電設備増強計画手法」
- ・加藤 啓太 氏（東北大学）
「スポット市場および調整力市場における発電機の起動停止制約を考慮した決済手法の検討」
- ・志村 啓紀 氏（東北大学）
「環境性の向上を目的とした電源起動停止計画において炭素価格が季節別の CO₂ 排出量に与える影響」
- ・元木 葵 氏（東京理科大学）
「二段階確率計画法によるプロシユマの水素貯蔵と再エネの投資運用計画最適化」
- ・佐藤 航大 氏（東芝エネルギーシステムズ）
「電気自動車を調整力として活用した需給計画手法の開発」

令和6年度 高校生みらい創造コンテスト 実施報告

電気学会電力・エネルギー部門（B部門）とパワーアカデミーの共催による令和6年度電気学会高校生みらい創造コンテストの表彰式が、「令和7年電気学会全国大会」の併催で、2025年3月20日木曜日の午後1時より明治大学中野キャンパスにて開催された。全国19校からの応募作品23編のうち、厳正な審査の結果、以下の最優秀賞1編、優秀賞2編、佳作賞3編が選出された。

最優秀賞 「簡単!! 製作時間最短 15 分!! シン型墨汁太陽電池～光起電力の原因を解明せよ!～」

長岡工業高等専門学校 阿部 葵 様

優秀賞 「宇宙太陽光発電に適する軌道とは～静止軌道と準天頂軌道を比較する～」

大分県立日田高等学校 森 海晴 様、他 2 名

優秀賞 「海洋エネルギーを活用した海洋機関の実現に向けた波力発電の検証」

玉川学園高等部 稲葉 爽 様

佳作賞 「デスクトップ PC の油没冷却」

東京都立科学技術高等学校 児成 卓真 様、他 2 名

佳作賞 「発酵食品を用いた微生物発電に関する基礎研究」

広島県立西条農業高等学校 瀧奥 康汰 様、他 7 名

佳作賞 「Mg と I₂ を用いた二次電池の開発」

福島県立福島高等学校 大谷 温樹 様

表彰式には、受賞者と指導にあられた教員の方のほか、全国大会の参加者が出席した。主催の電気学会電力・エネルギー部門本山部門長からは、本コンテストが、参加頂いた皆様にとって、今後電気工学について学ぶ機会になることを期待していること、また、受賞作品が、電気学会電力・エネルギー論文誌の公開サイトで一般に公開されていることが紹介され、「一度インターネットで検索してみてください。ご自分の作品をインターネット上で発見することで今後の励みになると思います」とのご祝辞をいただいた。

また、共催のパワーアカデミー事務局保田事務局部長からは、パワーアカデミー事務局の活動内容のご説明と本コンテストの感想の後、「電気工学は、カーボンニュートラル実現のためのキーテクノロジーのひとつです。今後、みなさまがそれぞれ進路を歩まれる中で電気の世界を楽しんでいただくとともに、本コンテストにご参加いただいた皆様の中から近い将来に電力・エネルギー分野で活躍する技術者・研究者が現れることを期待します」とのご祝辞をいただいた。続いて、B部門編修委員会高尾委員長による講評、本山B部門長による表彰状の授与が行われた。

受賞者の集合写真を撮影後、コンテスト受賞作品の発表会が開催された。受賞者による10分間のプレゼンテーション、5分間の質疑応答では、洗練された発表と活発な質疑

応答がなされた。最後に本山B部門長から発表内容へのご講評を頂き、盛況のうちに全日程が終了した。

高校生みらい創造コンテストは令和7年度も継続して開催される予定であり、更なる応募者のひろがり、今後の電気工学の活性化への効果が期待される。



図1 表彰式の様子（本山B部門長）



図2 表彰式の様子（保田PA事務局部長）



図3 表彰式の様子（高尾編修委員長）



図 4 賞状授与（最優秀賞：阿部様）



図 5 賞状授与（優秀賞：森様）



図 6 賞状授与（優秀賞：稲葉様）



図 7 発表会の様子（佳作賞：児成様）



図 8 佳作賞受賞者（前列右から瀧奥様、濱本様、藤原様、後列右から南様、能島様、和田様、山田様、渡部様）

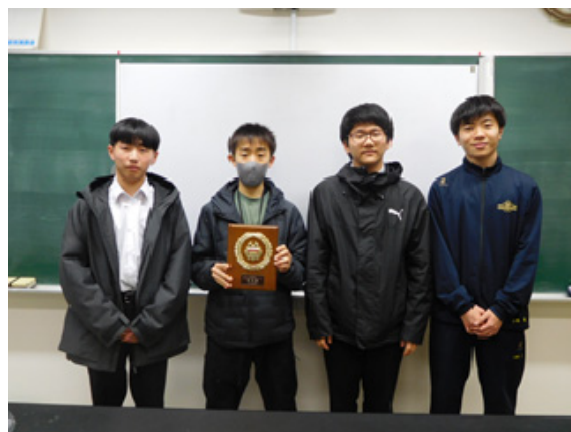


図 9 佳作賞受賞者（佳作賞受賞者左から二人目が大谷様、他研究班の生徒様）



図 10 表彰式後の記念撮影

なお、当日都合により欠席となりました瀧奥様、他（西条農業高等学校）、大谷様（福島高等学校）からは受賞者の写真を頂いております。

本コンテストの企画・推進にあたっては、パワーアカデミーのご支援・ご協力をいただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

山口 浩史，指宿 洋介（電力・エネルギー部門編修委員会）
（2025 年 4 月 18 日受付）

研究グループ紹介

東京科学大学工学院電気電子系 ― 大学における半導体デバイス研究 ―

角嶋 邦之（東京科学大学）

1. はじめに

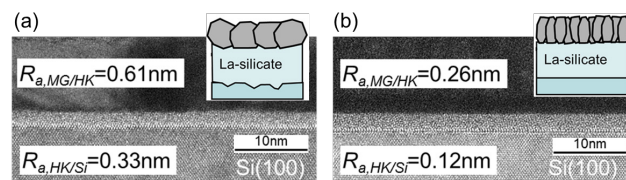
筆者は東京科学大学（旧・東京工業大学）のすずかけ台キャンパスで半導体デバイスの研究を行っている。半導体製造と言えばクリーンルーム内でロボットがウエハを搬送するイメージが強い。しかし、大学では学生が無塵服・帽子・靴を着用し、ウエハ小片をピンセットで装置やピーカの間を右往左往し、決められた加工条件でロボットのように作業を繰り返している。毎年学部の半導体講義で熱弁をふるっているおかげか、半導体研究を希望する学生が多く研究の戦力として助かっている。研究室は、卒論生から博士課程、研究員・助教で構成されており、毎年おおよそ15名程度で運営している。

2. 大学における半導体デバイス研究

半導体デバイスといっても集積回路用ロジック、メモリ、パワーデバイスなど応用先によって求められる電気的性能が異なるため、デバイス構造も、材料や成膜・加工プロセスが異なる。しかし、どの応用先であって技術ロードマップが策定されており、継続的な性能向上が要求されている。当研究室では今後半導体デバイスの性能向上が期待できる新しい半導体材料や絶縁体材料、金属材料に対して、材料が有する機能を最大限利用できるプロセス技術を探索することをテーマとしている。以下に2つの例について紹介したい。

3. 薄膜ゲート絶縁膜の高品質化

集積回路の低消費電力化と高機能化は、回路を構成するトランジスタ寸法の微細化によってなされている。トランジスタは理想的なスイッチであるべきだが、不用意な微細化ではオフ時（スイッチ開）の漏れ電流が大きくなる。すなわちトランジスタを構成する各要素の寸法をあるルールに沿って適正に微細化する必要がある。筆者のグループでは各要素の中でも高誘電率ゲート絶縁膜の薄膜化の研究を行ってきた。特に希土類酸化物である酸化ランタンとシリコンの化合物であるランタンシリケート膜は、堆積や熱処理プロセスを最適化すると、絶縁膜と半導体の界面が良好であることを見つけていた。しかし、ランタンシリケート膜の薄膜化によって界面特性が劣化することも確認していた。劣化の要因を探索したところ、実は上部にあるゲート電極材料である金属の多結晶化に由来することが判明した。そのため、数ナノメートルの微結晶粒を形成する炭化系金属に変更したところ、薄膜化を行っても界面特性性能が維持できることを示すことができた（図1）。つまり、数ナノメートルの絶縁膜では、絶縁膜自身の特性や半導体との界面欠陥は、上部にある金属層が決めていると気づき、ゲート



(a) のように絶縁膜とシリコンの界面が原子レベルで粗くなっていることが確認できる。金属材料を(b)のようにナノメートルの多結晶とすることで、ゲート絶縁膜とシリコン基板界面の平坦性が向上し、電気特性が向上する。

図1 金属ゲート電極とランタンシリケートゲート絶縁膜、シリコン基板の積層構造

電極の金属材料探索の指針を打ち立てることにつながった。

4. SiC 用 SiO_2 ゲート絶縁膜の高品質化

ワイドバンドギャップである SiC 半導体は高効率な電力変換用デバイスとして広く利用されている。シリコン同様に高温酸素雰囲気中でゲート絶縁膜となる SiO_2 を形成できるが、残留炭素原子により界面特性が悪いことが知られている。一方、原子層堆積による SiO_2 膜の形成方法では Si 原料に由来する不純物（炭素や窒素）を取り除くことが困難であった。筆者のグループでは SiO_2 膜の堆積時に酸化力の強い水プラズマを用いることを検討し、不純物濃度の低減に成功した。しかし、 SiO_2 膜中に導入される OH 基の残留により絶縁特性の劣化や電子トラップの増加という結果となった。しかし、堆積後に高温熱処理を行うと OH 基が脱離し、 SiO_2 膜中の酸素欠陥を修復する効果があることがわかり、良好な界面特性とトランジスタ特性を得ることに成功した。熱処理時の膜中の反応を理解することで、原子層堆積膜を高品質化するためのプロセス手法が提案することができたと考えている。

5. おわりに

筆者は文部科学省の半導体プロジェクト「集積 Green-niX」（若林整教授代表）で半導体人材育成と強誘電体薄膜のメモリ研究を担当しており、材料の持つ本質的な性能を引き出す材料構成やプロセスの探索を継続している。また、電気学会東京支部神奈川支所で最近の電気関連トピック技術の講演会の企画を行っている。特に神奈川県内で職場あるいは住居を構える方はご参加いただきたい。一方、電気学会専門委員会「最先端ナノエレクトロニクス技術調査専門委員会」で半導体技術の調査を行っており、電気学会のもつネットワークをフルに活用している。今後も電気学会からのサポートのもとで精力的に活動していきたい。

（2025 年 4 月 18 日受付）

37th International Symposium on Superconductivity (ISS2024) 報告

荻野 拓〔(国研)産業技術総合研究所〕

1. 会議の概要

International Symposium on Superconductivity (国際超電導シンポジウム, ISS) は、銅酸化物高温超電導体発見を契機として 1988 年から毎年開催されている、数少ない日本主導の超電導を主題とした国際会議である。超電導分野の国際会議は、理論・材料探索などの基礎研究と線材・デバイス等の応用とで会議が別れていることが多いが、ISS は Physics and Chemistry (PC, 基礎物理化学), Wires and Bulk (WB, 超伝導線材・バルク), Electronic Devices (ED, 検出器・回路等), Large Scale Applications (AP, 磁石・回転機等大型応用) の 4 セッションに分かれ基礎から応用まで幅広いトピックをカバーする国際会議である。主催は 2015 年まで国際超電導産業技術研究センターが担当していたが、2016 年に同センター解散した後、国立研究開発法人産業技術総合研究所 (AIST) が引き継ぎ、今回からは ISS 実行委員会の主催となっている。前回の第 36 回は ISS 初の海外開催 (ニュージーランド・ウェリントン) だったが、今回は国内に戻り、石川県金沢市の金沢文化ホールにて開催された。コロナ禍によるオンライン・ハイブリッド開催と海外開催が一段落して国内での通常開催に戻ったことで、コロナ禍以前には及ばないものの日本を中心に参加者数・発表件数には回復傾向が見られた。また海外では特に中国からの参加・発表が多く、参加者 56 名は中国からの参加者数として最高であるだけでなく、近年の海外からの参加者数としても最も多いものとなった。

2. 講演内容

前述のように PC/WB/ED/AP の 4 セッションが 3 日間の

ほぼ全日に渡り平行で行われ、各セッションから選定された基調講演 (PL) 4 件に加え、約 160 件の口頭発表と約 100 件のポスター発表が行われた。以下に各基調講演の概要を記す。PL1 は PC セッションからで、東京大学の前田名誉教授が、鉄系超伝導体の一種である鉄カルコゲナイド系について、薄膜での研究を中心に報告した。この系で報告されている高温超伝導には複数のカテゴリーが存在すること、相分離の抑制による Tc 上昇や様々な手法による電子構造評価などについて、他グループの研究も含め発表があった。PL2 は ED セッションで、米 Imec USA の Quentin Herr 氏が、超伝導デジタルシステムの現状について、NbTiN ワイヤを用いた 16 層の超伝導回路などについて報告した。PL3 は AP セッションからで、電中研の秋田氏より日本の超電導電力機器開発の歴史と最近の研究開発の状況について報告があった。超電導大容量発電機、超電導ケーブル送電、SMES 技術や液体水素を用いた超電導機器など、各種応用についての紹介があった。PL4 は WB セッションで、オーストリア・TU Wien の Michael Eisterer 氏が、磁場閉じ込め型核融合炉における超伝導材料の利用形態や、線材の中性子による劣化などについて報告した。

3. ISS2025

閉会式では今回の開催のまとめが報告されたほか、各分野から選定された ISS Best Presentation Award 対象者の授賞式が行われた。次回の ISS2025 は長崎県長崎市の出島メッセにて 2025 年 12 月 2～4 日に開催される予定である。

(2025 年 4 月 18 日受付)

表 1 最近の ISS の参加者数 (左) と発表件数 (右)

※2023 参加者内訳は非公表

国名	2024		2023		2022		2021		2020	
日本	250	168	-	113	179	92	220	118	280	128
中国	56	41	-	18	11	11	10	8	14	6
韓国	11	7	-	5	14	5	3	2	13	3
米国	10	7	-	19	30	28	24	23	24	15
ニュージーランド	9	9	-	37	25	18	17	14	32	8
英国	5	2	-	7	10	9	8	7	11	6
その他	22	28	-	21	30	24	45	38	88	40
計	363	262	293	222	299	187	327	210	462	206
海外比率	31%	36%	>50%	49%	40%	51%	33%	44%	39%	38%

その他 (2024 参加者): イタリア 5, ドイツ 4, フランス・オランダ 3 など

Secondment to the UK during 2016–2021

Efrain Eduardo Tamayo Ruiz (Hitachi, Ltd.)

1. Traditional and International Cuisine

The food is actually good! Before going to the UK, colleagues and friends warned me about the food. However, after living for a while in London, I found that there are restaurants from many countries, there is plenty of choice, and the quality is good, so it was not a problem. Over time, I learned that pubs also offer traditional food, for example, Fish and chips, Sunday roasts, Shepherd's pie, Scotch eggs, etc. Additionally, it was an interesting surprise to find that the pubs in the countryside are particularly good.

2. Socializing on Thursday

I could understand the importance given to the family in British culture by seeing that people often finish work early on Friday and go home to spend more time with family. As a result, having drinks or dinner with colleagues is preferable on Thursdays. This was important to understand as I was a member of the social committee in the office, and we organized monthly events. Socializing on Fridays is still possible because people consider that the weekend starts from lunch and may have a beer with lunch. People may have drinks on Friday afternoon, but without finishing late so that they can get home early. In Japan, having alcohol during daytime in the weekdays is rare, but the example of the UK is comparable to the case in France, where wine is available at lunch in the cafeteria of universities and offices.

3. Rulemaking to Guide Technology and Business

Participating in standardization activities was a unique experience. In 2017, I started the R&D activities of Sustainable Finance Platform (SFP), to accelerate the flow of capital towards environmentally friendly technologies. These technologies were available, but not enough capital was allocated to them. To increase it, new financial instruments that require additional reporting emerged, but the principles, requirements, and resulting issues around sustainable finance were not yet clear. To provide clarity, in 2019 the British Standards Institute led the launch of ISO/TC322 Sustainable Finance and from that time I was a member of the team of UK experts. I was the only member from manufacturing industry while other members were from multiple fields in finance. Through this experience, I learned that for technology and business development participating in



Fig. 1. Graduation day at Birkbeck College

standardization committees is immensely helpful because we can rapidly and directly learn about the problems that exist and that we may solve with innovative technologies or business models. This is counterintuitive because the standardization process itself takes a long time, but by participating in it, we can very quickly get to the frontier of that topic making the secondment period more productive.

4. Study

When expanding the considerations from energy and engineering to offer wider solutions to society, I felt the need to study another discipline. During my secondment, I earned an MSc Economics degree from the University of London, Birkbeck College (Fig.1). Microeconomic and macroeconomic theories as well as econometric techniques are helpful tools to better grasp what is happening in society, and to consider what we could do about it, not only in technology, and business, but also in relation with policymaking. Birkbeck College is aimed at people who work during the daytime, so classes are taught at night. I took the part-time option, attending 2-3 evenings per week at the Bloomsbury campus, and I completed it in two years. Among the option modules, there was one in corporate finance that was helpful as it is related to green bonds. The title of my dissertation was “Empirical study of patterns and drivers in the emerging green bond market based on the trends of leading countries, issuer types and use of proceeds,” and it was helpful in the development process of SFP.

(Manuscript received April 18, 2025)

調査研究委員会レポート

変圧器の保守・更新技術の最新動向調査専門委員会

委員長 川西 敬造

幹事 向野下裕明, 幹事補佐 渡邊 達大

1. はじめに

東日本大震災以降、国内の電力業界を取り巻く環境は大きく変化しており、スマートグリッドや再生可能エネルギーの導入拡大など、電力系統の変化に対して、変圧器に要求される機能・性能は変化し続けている。また、一般送配電事業者が所有する電力用変圧器は1960年代から1990年代にかけての高度経済成長による産業発展や需要増加に対応して設置されたものが多い。変圧器の高経年化が進む中においても経済性を確保するため、最新の保守・寿命診断技術を活用することで、これまで一般的であった30年の期待寿命を超えての長期使用が見込まれている。

一方で、近年では少子化の進行による労働人口の減少、同時に変圧器を扱う技術者の減少も予想されている。今後、一般送配電事業者だけではなく、機器メーカーや施工会社の技術者も減少が進む中で、多くの高経年機器を維持しつつ電力の安定供給を確保し、適切な保守をするとともに劣化診断・寿命評価を行い、適切な時期に変圧器を更新することが求められる。

電気設備の保全方式を大別すると、設備更新を行う機器の経年を定める時間基準型保全（TBM：Time Based Maintenance）、劣化診断を実施して設備更新の要否を判断する状態基準型保全（CBM：Condition Based Maintenance）の2種類ある。従来の保全ではTBMが用いられることが多かったが、近年では様々な劣化診断手法が研究・実用化されており、その流れを受けて保全にCBMを採用する例も増加している。しかし、すべての機器をCBMで管理すればよいというわけでもなく、どの保全方式を採用すべきか見極める必要があり、省メンテナンスを目的とした材料や部品の開発、遠隔監視、無人巡回など時代に合わせたスマートな保安、異常診断技術の高度化に関して多くの提案がされ始めている。

また、近年では激甚化する自然災害などによる絶縁油漏洩時のリスク低減や、CO₂ガス排出量削減の意識の高まりから、従来の鉱油から植物由来の生分解性電気絶縁油を適用した変圧器の導入が進んでいる。しかし、生分解性電気絶縁油は実用化されてからの期間が短いため、変圧器内部での経年劣化や異常様相などの保守管理や診断技術の体系化はこれからの分野である。

そこで、油入変圧器の保守・診断技術の変遷と共に、油入変圧器の保守技術、寿命診断技術、変圧器更新技術などの最新動向に関する文献および論文を調査し、これからの油入変圧器の運用に対する計画・検討の一助になることを

目的に本委員会を発足した。

2. 調査検討事項

変圧器の予防保全・保守診断技術については2010年に「油入変圧器保守診断技術の最新動向調査専門委員会」にて「油入変圧器保守診断技術の最新動向」（電気学会技術報告、第1191号）を、2015年に「電氣的・音響的手法による変圧器の異常診断技術調査専門委員会」にて「電氣的・音響的手法による変圧器の異常診断技術の最新動向」（電気学会技術報告、第1336号）をそれぞれ発刊している。

本委員会では油入変圧器の最新の予防保全・保守診断技術に加えて、変圧器更新技術の最新動向について調査する。キーワードを以下に示す。

【調査項目】

- ① 保守・診断技術の変遷
- ② 予防保全技術（点検、ガasketの劣化、付属品交換、負荷時タップ切換装置、無人監視等）
- ③ 保守診断技術（劣化診断、内部異常診断、油中ガス診断、オンライン監視等）
- ④ 機器更新技術（分解輸送、現地改修、更新技術等）

3. これまでの活動の概要

2022年11月から約2年間の調査活動をし、その間に15回の委員会と3回の研究会を開催するとともに、国内外の文献・技術資料を収集して調査を進めている。また、絶縁油の経年時物性の変化や診断技術に関連する部分は石油学会の「油浸絶縁技術動向調査専門委員会」と協力して、関連する活動状況もあわせて調査している。

4. 今後の予定

現在は調査結果を整理しており、報告書のまとめに取り掛かっている。本委員会は2025年7月に終了し、調査結果を報告書にまとめる予定である。

委員会構成メンバー

委員長	川西敬造（富士電機）
委員	西田政幸（九州工業大）、小島寛樹（名古屋大） 水谷嘉伸（電力中央研究所）、菅 啓佑（東京電力パワーグリッド） 小川涼徳（中部電力パワーグリッド）、向坂名留仁（関西電力送配電） 寺倉拓馬（東芝エネルギーシステムズ）、柏倉 勝（日立製作所） 中島正貴（三菱電機）、中田真佳（東光高岳） 増田達哉（愛知電機）、大迫 力（ダイヘン） 大神田守（明電舎）
幹事	向野下裕明（日新電機）
幹事補佐	渡邊達大（富士電機）

（順不同）（2025年3月19日現在）

用語解説 第 172 回テーマ：ナノコンポジット絶縁

宮武 亮治〔三菱ジェネレーター(株)〕

1. ナノコンポジット絶縁とは

ナノコンポジット絶縁とは、主に回転電気機械、送変電機器、パワーレ機器、高電圧ケーブル等の電力用高電圧機器において、絶縁特性（電気特性、機械特性、熱特性）の向上を目的に、ポリマー（高分子化合物）にナノサイズ（粒径 1~100 nm）の無機フィラーを添加して形成した複合絶縁材料である⁽¹⁾。

これらの高電圧機器では、絶縁特性が機器全体の性能（特に冷却性能）に大きく影響を及ぼすことから、ナノコンポジット絶縁の適用による機器の高電圧化、大容量化、高効率化、小型化、長寿命化などが期待される。一方で、ナノフィラーはポリマー中で凝集しやすく、均一に分散させることが難しいため、ポリマーを絶縁材料中に含浸させるときに欠陥（ボイド）を生じやすく、絶縁特性が低下するといった課題がある⁽²⁾。

ナノフィラーの材質としては、シリカ（ SiO_2 ）、チタニア（ TiO_2 ）、アルミナ（ Al_2O_3 ）、ペーマイトアルミナ（ AlOOH ）、シリコンカーバイド（ SiC ）、マグネシア（ MgO ）等がある。少量の添加でも絶縁特性や誘電特性が大きく変化する特徴があり、材料選定、製造プロセス、および品質安定化等について研究開発が進められている。

2. 大型回転電気機械への適用

タービン発電機などの大型回転電気機械の固定子コイルは、一般的に導体まわりにマイカ絶縁テープを巻き付け、エポキシ樹脂を含浸、加熱硬化して製作される。この固定子コイルの絶縁（マイカエポキシ絶縁）に長時間にわたっ

て高電圧が印加されると、エポキシ樹脂中で微小な放電が発生し、電気トリーと呼ばれる樹枝状のパターンが形成され、これが徐々に成長することで最終的に絶縁破壊に至る。

ナノフィラーをエポキシ樹脂中に均一に分散すると、ナノフィラーが電気トリーの成長を抑えることで絶縁の高耐電圧化、長寿命化が可能となる。しかし、比表面積や表面エネルギーが大きいナノフィラーはエポキシ樹脂中で凝集しやすく、均一に分散させることが困難なため、カップリング剤によるナノフィラーの表面改質や、高速せん断処理装置による樹脂との混合によって均一分散させる技術の開発が進められている。

このナノコンポジット絶縁を大型のタービン発電機に適用すると、マイカエポキシ絶縁の高耐電圧化と長寿命化が可能となるため、現状の絶縁性能を維持しつつ絶縁を薄肉化することで導体断面積を拡大することができ、発電機の効率が向上する。その効果として、発電 1 GW 当たり 1,000 トン/年の CO_2 排出量削減が見込まれる⁽³⁾。

参考資料

- (1) 電気学会：ナノテク材料 ～ポリマーナノコンポジット絶縁材料の世界～（2014）
- (2) 今井隆浩・田中祀捷：「ポリマーナノコンポジット絶縁材料の歴史的展開」，電学誌，Vol.134，No.3，pp.161-164（2014）
- (3) 馬淵貴裕，他：「電力用大型発電機の高効率化を実現するナノコンポジット絶縁材料技術」，三菱電機技報，Vol.97，No.8（2023）

（2025 年 4 月 18 日受付）

目次

電力・エネルギー部門誌 2025 年 7 月号

（論文誌電子ジャーナル版 <https://www.iee.jp/pub/journal/>）

〔解説〕

宮農型太陽光発電の現状と課題 ……………指宿洋介

〔論文〕

電圧プロファイル最適化実現のための適切な将来状態を決定する方式に関する研究
……………末永晋也，多田泰之

自動逆送可能制約充足を指向した多段階進化戦略に基づく標準系統最適化

…………川上貴路，関崎真也，林田智弘，武藤貴昭，岩田邦男，國井康幸，彦山和久
再エネアグリゲーションにおけるインバランス低減
ならびに収益性向上に向けた実証評価
…………鍋谷寿久，本宮拓也，宮地祐樹，金子 雄

学会カレンダー

国際会議名	開催場所	開催期間	URL, 連絡先, 開催・延期・中止の情報	アブストラクト	フルペーパー
2025 International Magnet Technology	Boston (米国)	25.7.1～6	https://mt29-conf.org/	25.1.15 済	—
ICECET (The 5th International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies)	Paris (フランス)	25.7.3～6	https://www.icecet.com	—	25.2.2 済
ICEE 2025	武漢 (中国)	25.7.8～10	https://icee2025.csee.org.cn	25.2.15 済	25.4.1 済
IEEE PES GM 2025	Austin, Texas (米国)	25.7.27～31	https://pes-gm.org/wp-content/uploads/2024/07/2025-IEEE-PES-GM-CFP-Flyer.pdf	—	24.11.11 済
2025 4th International Conference on Power Systems and Electrical Technology (PSET 2025)	東京 (日本)	25.8.4～8	https://pset.org/	—	25.4.15 済
24th International Symposium on High Voltage Engineering (ISH2025)	軽井沢 (日本)	25.8.24～29	http://www.ish2025.org/	24.11.18 済	25.3.3 済
2025 the 12th International Conference on Power and Energy Systems Engineering (CPESE 2025)	福岡 (日本)	25.9.12～14	https://www.cpeset.net/index.html	—	25.4.25 済
EU-PVSEC2025	Barakaldo (スペイン)	25.9.22～26	https://www.eupvsec.org/index.php	25.2.7 済	—
2025 International CIGRE Symposium	Montreal (カナダ)	25.9.29～ 10.2	https://cigre.ca/2025/en/	24.11.27 済	25.4.25 済
17th European Conference on Applied Superconductivity	Porto (ポルトガル)	25.9.21～25	https://eucas2025.esas.org	—	25.2 月 済
IEEE International Conference on Energy Technologies for Future Grids (ETFG)	Wollongong (オーストラリア)	25.12.7～11	https://attend.ieee.org/etfg-2025/	—	25.3.1 済
IECON 2025 (The 51st Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society)	Madrid (スペイン)	25.10.14～17	https://iecon2025.org	—	25.4.30 済
ISGT Europe 2025	valletta (マルタ共和国)	25.10.22～23	https://ieee-isgt-europe.org	—	25.5.15 済
TENCON 2025 (IEEE Region 10 conference 2025)	Kota Kinabalu (マレーシア)	25.10.27～30	https://ieeemy.org/tencon2025/	—	25.4.30 済
ISAP 2025	福岡 (日本)	25.10.27～31	https://www.isap2025.org	—	25.4.30 済
IEEE ISGT Asia 2025	広州 (中国)	25.11.7～9	https://ieee-isgt-asia.org (2024 のまま未更新)	—	未定
IEEE PES GTD Conference & Expo Asia 2025	バンコク (タイ)	25.11.26～29	https://ieeegt.org/public.asp?page=home.asp	—	25.3.8 済
PVSEC-36 2025	バンコク (タイ)	25.11.16～21	https://www.pvsec-36.com	25.6.30	25.11.30
IPEC-Nagasaki 2026 -ECCE Asia- (The 2026 International Power Electronics Conference)	長崎 (日本)	26.5.31～6.4	https://ipsec2026.org/	25.10.30	26.3.20
2026 IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCI)	Maastricht (オランダ)	26.6.21～26	https://cis.ieee.org/conferences/getting-involved/cfproposals	—	25.1.31 済
IEEE PES GM 2026	Montreal (カナダ)	26.7.19～23	https://conferences.ieee.org/conferences_events/conferences/conferencedetails/58988	未定	未定
CIGRE Paris Session 2026	Paris (フランス)	26.8.23～28	https://session.cigre.org/	25.7.7	26.1.12
23rd IFAC World Congress	釜山 (韓国)	26.8.23～28	https://ifac2026.org/	—	25.11.26
PSCC 2026	未定 (キプロス)	未定	https://pscc-central.epfl.ch/next-pscc	未定	未定

*連絡先: 重信 颯人 (福井大学, [lute\(at\)u-fukui.ac.jp](mailto:lute(at)u-fukui.ac.jp)) 2025 年 8 月以降に開催予定の国際会議の情報がありましたらお寄せください。