

2022 年 CIGRE パリ大会報告

— 開会式, ワークショップ, 研究委員会 —

日本 CIGRE 国内委員会

2022 年 CIGRE (Conseil International des Grands Réseaux Électriques, URL <http://www.cigre.org/>) パリ大会が 2022 年 8 月 28 日から 9 月 2 日まで、パリの国際会議場 (Palais des Congrès) にて対面 (一部リモート) で開催された。以下に開会式, ワークショップ等の各種イベント, 研究委員会 (Study Committee ; 以下 SC) で討論された内容の概要を紹介する。

1. 開会式

8 月 28 日に CIGRE 会長 Michel Augonnet 氏の開会宣言で 2022 年パリ大会が幕を開けた。米国電力研究所 EPRI CEO Arshad Mansoor 氏による「A Climate Ready Power System: Resilient and Affordable Decarbonization」と題した基調講演が行われた。同氏は 2050 年脱炭素化の実現に向けて足元の 2030 年の目標に着目し, 2030 年までに必要な技術, 市場・規制側の改革の必要性, 脱炭素に向けた水素・アンモニアなどクリーン合成ガス (Clean Molecules) への可能性が強調された。最後に, Augonnet 氏から CIGRE 活動への貢献に敬意を表して名誉会員に 10 名, CIGRE フェローに 5 名, CIGRE メダルに 2 名がそれぞれ授与された。また, 若手・女性技術者活動への貢献に対して NGN (Next Generation Network) 貢献賞に 7 名, WiE (Women in Energy) 賞に 6 名がそれぞれ授与された。

(中部電力 中地 芳紀)

2. オープニングパネル

CIGRE 副会長 (技術担当) 兼技術委員会委員長 Marcio Szechtman 氏の挨拶後, 「Energy Transition – featuring equipment, technology, systems and sector coupling」と

題したテーマで, エネルギー構造転換に関して, 以下の電力機器, 送配電システムの計画・設計, セクターカップリングの 3 つのセッションに分けて, 各業界代表と関連する CIGRE 本部委員長によるパネル形式の議論が行われた。Session 1 ではモデレータとして SC B3 本部委員長の中部電力パワーグリッド川北浩司氏が登壇された。

Session 1 : Energy Transition on Power Equipment

Session 2 : Changes in Planning and Design of

Transmission and Distribution Systems

Session 3 : Sector Coupling Scenarios

(中部電力 中地 芳紀)

3. 展示会

展示会は全世界から約 300 社が出展し, 今回の大会では (株)日立製作所/Hitachi Energy がメインスポンサーとなり, 日本からは東芝エネルギーシステムズ(株), 三菱電機(株), 住友電気工業(株), 古河電工パワーシステムズ(株)の 5 社が出展, 多くの来訪者の注目を浴びていた。海外からも Siemens Energy, GE, ABB ら大手企業や中国・韓国企業などに加え, エネルギー分野に新たなビジネスを求めるスタートアップ企業のブースも設置されていた。

(中部電力 中地 芳紀)

4. WiE フォーラム

WiE では, エネルギー領域で働く女性のネットワーク構築およびエネルギー領域への貢献を目指す活動を展開している。9 月 1 日に本部主催で開催された WiE フォーラムのメインテーマは「Next steps for women in energy transition」



図 1 会場となったパリ国際会議場



図 2 開会式の様子



図3 オープニングパネルの様子
(モデレータ SC B3 川北本部委員長)

で、約 200 名（日本から 6 名）が参加した。

第 1 部では WiE 議長、CIGRE 会長他幹部より、WiE 発足以降 8 年の活動や、CIGRE の女性会員の参画状況が報告されたのち、「Energy Transition – CIGRE future perspective」と題して 3 名の基調講演があった。

第 2 部では、台湾、アメリカ、フランス、イギリス、コソボ共和国の女性 5 名によるパネルディスカッションから“Net Zero”にむけたエネルギー戦略や法規制・政策への提言、各国における事例紹介などが活発な議論がなされた。

閉会に当たり、新 WiE 議長への引継式と WiE 発起人の Ruomei Li 氏から参加者に向けた激励があり、今後の WiE の更なる発展を誓いあう機会となった。

現在、日本 CIGRE 国内委員会では、WiE 活動を通じて女性技術者のネットワークづくりを展開しており、興味がある方はご一報をお願いしたい。

(関西電力送配電 稲岡 優子, 明電舎 大高 晋子)

5. NGN フォーラム

8 月 31 日に開催され、①英国、ルーマニア、オランダ、ベルギー、スロベニア NGN の活動状況の報告、②CIGRE 副会長（財務担当）Michael Heyeck 氏によるブランドビジョンの講演、③EPRI CEO Arshad Mansoor 氏による自身のキャリアについての講演が行われた。

①の質疑応答では、NGN を組成するきっかけや NGN における成功事例について質問があり、特に成功事例に関しては、パンデミック下においても NGN の枠組みで技術的な情報交換が継続したことが有意であった等の意見交換が行われた。②では、E2E (End to End) というブランドステートメントの下、今後テクニカルコンテンツの拡大、デジタルコンテンツの充実、人材多様性の増加に注力する旨の説明があった。質疑応答では、若手会員・学生会員の活動に対するサポートについて質問があり、社員である若手会員の活動に対する企業の理解促進や、学生会員へのパリ大会渡航費補助拡充に向けて今後取り組んでいく旨の回答があった。③では、自身のキャリアを踏まえたアドバイスとして「Don't be shy to push your organization to do

things. Don't be shy of your work that shouldn't be devoid of your social thinking」という言葉が与えられた。

(中部電力 高見澤 悠)

6. ワークショップ

世界中の最新の技術・状況を紹介するワークショップが今回 7 件行われ、多くの参加者を集めた。以下に各ワークショップの内容を紹介する。

(1) 変電所と開閉器の SF₆ ガス代替技術

変電所と開閉器の SF₆ ガス代替技術に関する SC A3/B3/D1 の Joint ワークショップが 8 月 31 日に開催され、立ち見ができるほどの盛況ぶり（290 名参加）であった。

プログラム構成は、「欧米のフッ素系ガス規制の状況」「SF₆ 代替技術関連 WG 活動報告」「各種代替技術紹介」「パリ大会での最新技術動向」「ユーザからの意見（世界の大手 TSO 8 社）」とユーザの意見発信を重視したものであった。

日本からは TSO を代表して中部電力パワーグリッド川北氏が、メーカーを代表して東芝エネルギーシステムズ内井氏が情報発信し注目を集めた。

ドイツからは 420/550 kV ドライエア絶縁 2 点切 VCB を開発中で最高電圧まで技術的制約はないこと、フランスからは 420 kV 2 点切での C4-FN 混合ガス遮断器が 2 年以内に適用可能であることが報告された。最後 QA セッションでは、欧州におけるフッ素系ガス規制の段階的实施が迫っている中、欧州 TSO は特に脱 SF₆ 機器の入手性について課題と考えており、420 kV クラスまでの早期製品化を切望していることが伺えた。TSO からの主要なメッセージは、①開発の加速 ②複数のサプライヤが必要 ③長期的ソリューションとしては自然由来ガスが好ましい ④機器サイズやリプレース性も重要、と日本発信の「SF₆ ガス代替技術に求める 7 つの要件」に共通する内容も多く含まれていた。

(三菱電機 吉田 大輔, 東京電力パワーグリッド 塚尾 茂之)

(2) 国境を越える超長距離送電線

SC C1/B1/B2/B4 の合同で開催され、最も有益な系統連系プランを決める手法やツールの提供、設備構築に係る最新技術の提供の役割分担で行われた。

SC B1 から、超長距離 HVDC ケーブル送電を実現する手段としては、525 kV 以上の高電圧化に加えて、大陸間横断のためには大水深での海底ケーブル布設が必要で、水深 3000 m 級に対応した技術も開発されているが、長尺で信頼性を確保するためには早期の事故検知技術等の開発が不可欠と報告されていた。

SC B2 から、架空送電線の重要な側面である、送電線下幅縮小のための鉄塔形状コンパクト化に焦点を当て、直流送電線のコンパクト化によるコロナ影響や絶縁設計、鉄塔形状および電線と付属品の選定、保守上の考慮事項について各国の事例を交えて紹介された。

SC B4 から、ヨーロッパ・アジア間の時差を利用して、太陽光発電の電気を大容量・超長距離 HVDC (10 GW, 800 kV, 6,000 km) での送電を想定した場合の主回路構成

(供給信頼度面から双極方式、環境面から導体帰路方式などの適用)や課題(受電端変換用変圧器の電圧調整範囲、非接地端の電圧上昇)や対策案について紹介があった。

SC C1 から、エネルギーリソースの地理的シフトと脱炭素を目指すうえでの国際連系の便益定量化方法、蓄電池や水素も加味したうえでの最適な系統連系プランについて2件の発表があった。

日本の実情に目を移すと、周辺国との間での地政学リスクも加味したうえで、政府間の意思決定という非技術的要素が大きいテーマと感じた。

(住友電気工業 眞尾 晶二、
東北電力ネットワーク 倉成 祐幸、
電源開発送変電ネットワーク 古川 裕之、
東京電力ホールディングス 八巻康一郎)

(3) 変電所エンジニアリングと経験の知識継承

WG (Working Group) B3.58「Knowledge Transfer of Substation Engineering and Experiences」によるワークショップが9月2日に開催された。現在WGがまとめているTB (Technical Brochure: 技術報告書)の内容紹介、および4つのテーマに沿った意見交換が実施された。会場には朝から50名が参加し、8テーブル、5~7名のグループに分かれて活発な議論が交わされた。参加者の年代は幅広く、若い技術者から定年退職したエンジニアも参加していた。

現在抱える課題として共有されたものは、知識や経験だけでなく技術者や職人等の労働力も失う危険にあるという点である。その理由の一つがアウトソーシングで、外注した結果、社内には知識と経験が蓄積されなくなり結果として緊急時の復旧に必要な重要な知識も失う可能性があることが言及された。また、知識・技能の伝承についての課題として、プラットフォームが整備されていないことや部門が区切られて伝承の機会が限られてしまっていること、予算や時間等のリソースが限られていることが挙げられた。共有された技術伝承の成功体験例としては、社内の知識蓄積・検索システムの構築や3D CAD, AR, VR等の技術利用、オンラインと実地訓練の併用等が挙げられた。

(日立製作所 古屋 政孝)

(4) 大外乱

SC C2/C5 合同で8月29日に開催され、以下の7件が報告された。

① 2021年7月 欧州の系統分断(フランスでの火災に端を発し、フランス・スペイン間で系統分断。その後のスペイン側の国境で過電圧が発生。非常時における運用面での多国間連携強化等が課題。)

② 2022年3月 東京エリアの需給ひっ迫(福島地震による電源脱落の影響等により、その後数日にわたり需給ひっ迫するも、国による節電要請や広域融通等あらゆる対策により停電は回避。)

③ 2020年3月 イスラエルのシステムカスケード崩壊(強風・砂嵐・雷雨を伴うドラゴンストームにより複数回線のルート断が発生し、連鎖的に系統分離が発生。)



図4 展示会の様子

④ 2021年5月 インドのレジリエンステスト(過去の事例をもとにリスク評価を行い、電力消費・再エネ発電量・市場等への影響を確認。)

⑤ 2021年8月 ニューージーランドの需給ひっ迫(高需要期に複数の電源が喪失し、需給がひっ迫。起動に時間を要する電源に対しピーク時に間に合うようなインセンティブを如何に付与するかが課題。)

⑥ 2021年4月 西オーストラリアのサイクロンの影響(過去最大級のサイクロンにより主要電力設備に多大な影響。早期電力供給のため、政府は蓄電技術等に38億ドルの投資を実施する見込み。)

⑦ 2022年6月 オーストラリアの市場停止措置(悪天候による電源制約等により市場価格が高騰。市場保護のため23年間で初めて市場停止を実施。)

(中部電力パワーグリッド 平野 大悟、中部電力 菅原 健一)

(5) インバータ電源に関する振動不安定と相互作用

8月30日に多数の聴衆を前に、インバータ電源の電源比率が高い電力系統における不安定性と相互作用に関するワークショップが開催された。前半は、SC C4/B4の合同WG C4/B4.52により、パワーエレクトロニクス機器の低周波振動現象について、Sub-Synchronous Oscillation (SSO)の分類と、実務上の課題や実践、経験などが紹介され、潜在的なSSOのリスクやSSOの評価から、モニタリング法や抑制法が解説された。続いて、WG C4.49による複数の周波数成分を含む動揺現象の解説が行われ、小信号安定性に関する研究の重要性和必要性が説かれたあと、不安定性の抑制法やパワーエレクトロニクス機器が主たる電源となる電力系統のあり方について、産業界と学界の双方からの解説がなされた。その後の質疑応答では、会場とリモートから動作点変化に伴う現実的な対応法やシステム設計のために有効なパラメータの提供法、過去の特徴的な事例について質問があり、講演者からTBに基づいた回答がなされた。

(徳島大学 北條 昌秀)

(6) ブロックチェーンを用いた電力取引

ブロックチェーンをテーマとしたワークショップがSC C5とIEEE合同で8月31日に開催された。ワークショップの前半は、SC C5のWG C5.30及びWG C5.33の活動成果やインドのプロジェクト事例に基づいた2名の講演者に

よるチュートリアルであり、ブロックチェーン技術の基本的な仕組みや特徴、電力への適用領域等が説明された。後半は、3名のパネリストがリモート参加でプレゼンテーションを行い、その後、会場のパネリストと聴講者を交えた質疑応答や議論が行われた。再エネや分散型資源の普及拡大が進む中、小規模なプロシューマが参加する電力取引を活性化させるためには、既存の集中型市場の仕組みでは不十分であり、改竄不能で信頼性が高く、透明性の高い分散台帳技術の活用が有望であることや、ブロックチェーンを用いた取引のフレームワーク（データフォーマット、アルゴリズム、契約、セキュリティ面等）の標準化に関するIEEEの取組み、将来展望等最新の動向が示された。

（中部電力 菅原 健一）

（7）サイバーセキュリティの標準化

「Standardization of cybersecurity in power utilities digital utilities digital infrastructures」をテーマとしたワークショップが8月30日の午後に開催された。このワークショップは、エネルギー分野のデジタル移行に伴い発生するサイバーセキュリティの標準化ニーズについて、IEC, IEEE, CIGREがそれぞれのビジョンを共有した。

IECからは、IEC 62351 シリーズと ISA/IEC 62443 において規定されている電気事業者向け運用技術の環境開発における主要なサイバーセキュリティ機能等について発表があり議論が行われた。

IEEEから、分散型電源におけるサイバーセキュリティのためのIEEE 1547.3 ガイドと IED (Intelligent Electronic Device) のサイバーセキュリティ機能に関するIEEE規格1686等についての発表があり、議論が行われた。

CIGREから、今回パリ大会に投稿された論文から送配電システムにおいて長期間運用されている機器におけるサイバーセキュリティ上の課題、GOOSE通信におけるセキュリティのための暗号要件および暗号化による送信時間への影響評価等について発表があった。

（中国電力ネットワーク 田部 龍彦）

7. 研究委員会

CIGREの技術的な活動は、16のSCを基盤として実施される。A系列(3SC):機器, B系列(5SC):サブシステム,



図5 ポスターセッションの様子

C系列(6SC):システム, D系列(2SC):サポート技術の4つに大別される。

年1回に各SCの各国代表・レギュラーメンバーらで実施されるSC会議、コントリビューション発表で構成されるGDM (Group Discussion Meeting), ポスターセッション, チュートリアルなどで討議された内容を以下に紹介する。

（1）SC A1 (回転機)

8月29日のポスターセッションから開始され、日本からは採択されたタービン発電機関係2件、新機能のMG (Motor-Generator) セット1件が発表された。SC C4との合同WGで取り上げられた同期調相機に関する発表もあり、回転機関係者以外の訪問者も多数来場し活発な議論が行われた。

8月31日には同期調相機に関するSC C4との合同WGの成果のチュートリアルが開催され、理論的説明に加え、休止火力発電機の同期調相機への転用や、系統の慣性増強のためのフライホイールを追加した事例等が紹介された。

8月31日と9月1日に実施されたWG活動報告ではコロナの影響と各国のレギュラーメンバーの切替過渡期で、同期調相機や誘電正接などWeb会議の使用により、今まで以上に活発な活動を実施しているWGがあるものの、タービン発電機と水車発電機に関する活動は低調であった。活性化の議論はなされたものの解決策には至らなかった。いずれにしてもコンビナーの高いリーダーシップが望まれる。

今回はWGの状況報告、SC会議にWeb会議が導入され、パリに行かずとも会議に参加することが可能となった。今後もWeb会議が実施可能で、現地を訪問せずともWG活動報告に参加できることから活性化が期待される。

（日立三菱水力 名倉 理）

（2）SC A2 (変圧器とリアクトル)

41件の投稿論文に対する55件のコントリビューションが、9月1日にハイブリッド形式で行われた。

優先議題1:「再生可能エネルギー発電用変圧器の経験と新たな要件」 コントリビューションは17件（日本から1件）で、PV, 風力発電, HVDC変換所向け変圧器への運転条件を反映した仕様の検討や、新規絶縁材料（高耐熱材）適用による高温仕様・小型化の報告があった。

優先議題2:「油浸変圧器, リアクトルのその先」 コントリビューションは19件（日本から3件）で、鉱油代替の絶縁冷却液体としてエステル油（植物油）適用の実績と材料評価、過負荷（高温）仕様への耐量など、実適用に関する報告があった。また、日本からの投稿論文「植物油変圧器の開発」が優先議題2の優秀論文に選出された。

優先議題3:「変圧器とリアクトル購買のベストプラクティス」 コントリビューションは19件で、変圧器購買仕様の標準化、統一化への考えとその実績が報告された。また、IEC改正作業での検討を反映した機械力評価（短絡試験）とGIC (Geomagnetically Induced Current: 地磁気誘導電流) の機器影響評価の報告があった。

SC会議は、8月30日にハイブリッド形式で開催され、

レギュラーメンバー等 27 名（日本から 2 名）の他、計 82 名が参加し、WG 等の活動と技術報告・グリーンブックの進捗等が報告された。2023 年はクロアチアにてコロキウムおよび SC 会議が開催される。

（東芝エネルギーシステムズ 山田 慎）

（3） SC A3（送変電・配電機器）

GDM は 9 月 2 日に開催された。投稿された論文 52 編に対する 20 件の質問に対し、51 件のコントリビューションが発表された。日本からは「自然由来ガス開閉装置」、「GIS 状態監視・診断高度化」、「IoT 適用開閉器状態監視」に関する 3 編の論文が採択され、7 件のコントリビューションを発表した。それぞれのテーマで以下議論された。

「送配電機器・システム」：発電機用遮断器、真空遮断器、ポリマー碍子等種々の機器に関する 18 件が発表された。日本からは HVDC 遮断器のユニット試験法と、加速度センサを用いた遮断器動作特性監視に関する 2 件を発表した。

「SF₆ ガス代替」：機器寸法、ガス取扱、統一的な運用等に関する 20 件が発表された。日本からはドライエア機器のシール材寿命や代替ガス機器開発の取組等 3 件を発表した。

「アセットマネジメント、監視、診断」：開閉極位相制御のデジタル化応用、IoT 技術による点検省力化に関する 6 件が発表された。日本からは IoT 技術を用いた遮断器の点検周期延伸や現地点検作業省略に関する 2 件を発表した。

「計器用変成器とデジタル化」：LPIT（低出力変成器）の周波数応答等に関する 7 件のコントリビューションが発表された。

SC 会議は 8 月 30 日に開催され、CIGRE 会員数の増加、活動範囲の拡張、各国での主要課題について議論された。また新しい調査活動として、「計器用変成器 (IT) の現地での精度検証」「異常気象条件下での高電圧機器の要求」が提案された。2024 年パリ大会に向けては、エネルギー変革、低炭素、保守・管理を軸に優先議題が検討される。

（三菱電機 吉田 大輔）

（4） SC B1（絶縁ケーブル）

8 月 30 日にポスターセッション、31 日に GDM が開催され、全て対面形式で行われた。論文 53 篇のうち、直流関連が 13 篇、監視システムが 12 篇であった。以下に GDM の概要を紹介する。

優先議題 1：経験からの教訓（35 篇）オンライン PD を活用するための課題に対して、直流についても研究発表があるが、実用化まで未だ課題。また数百 km を超える直流線路や 3000 m 級の大深海ケーブルが実用化されたが、復旧の短期化への課題が議論された。洋上風力では解析が多く使われるが標準化を求めるとの意見があった。

優先議題 2：将来的な機能とその応用（15 篇）状態評価等、信頼性を高めるために人口知能の利用例として、複合された光ファイバの歪信号を分析し海底ケーブルの外的環境を監視する試みが紹介され、直流に関しては、GIS やコンバータとのインターフェイスについて等が議論され、CIGRE で導入された TOV 試験に関しては XLPE 絶縁ケーブルだけ



図 6 WiE フォーラムでの記念撮影

でなく高耐熱可塑樹脂（HPTE）に対しても行われた。

優先議題 3：Asset Management, Resilience System（3 篇）既設線路を更新する際の環境負荷低減や、原材料のリサイクルについて議論された。

（住友電気工業 眞尾 晶二）

（5） SC B2（架空送電線）

3 つの優先議題に関する 68 編（日本から 6 編）のポスターセッションが、日本を運営コンビナー国として 8 月 31 日に行われた。GDM は 9 月 1 日にメイン会場で開催され、現地参加者とオンライン参加者により熱心な討議が行われた。コントリビューションは 43 件あり、そのうち日本から 15 件と、昨年に引き続き国別トップとなったことについて、議長より賞賛の意が示された。

優先議題 1：「新規架空送電線の設計・建設における課題と新たな解決策」：設計・建設・運用の新しい経験に関するコントリビューションが 12 件（日本から 5 件）あった。日本からは新設計基準の実用化法や重汚損・重着雪対策、建設時の法的要件等について紹介した。

優先議題 2：「アセットマネジメント、増容量、改修の最新技術」：鉄塔・がいし・電線の監視・管理等に関する最新技術のコントリビューションが 16 件（日本から 8 件）あった。ギャロッピング対策や各国で関心の高い LiDAR による電線解析、DLR システムとセンサ技術等が紹介された。

優先議題 3：「架空送電線の環境・安全面」：SC C3 との共同議題であり、作業員の安全性や環境影響解決等に関するコントリビューションが 15 件（日本から 2 件）あった。新しい鉄筋組立工法や環境問題解決策等について紹介された。

SC 会議は 8 月 30 日に開催され、2023 年に開催される SC B2 仙台大会への論文投稿と参加を呼びかけた。

（東北電力ネットワーク 倉成 祐幸）

（6） SC B3（変電所と電気施設）

GDM は 8 月 30 日に、740 名の専門家が参加し盛況に開催された。3 つの優先議題に関して計 73 件の発表が行われ、うち日本から若手発表枠 1 件を含む最多 12 件を発表し日本のプレゼンスを示すことができた。ポスターセッションは前日 29 日に、開催され 380 名が参加し 58 編（日本から 7 編）の論文に対して活発な議論が行われた。

優先議題 1：「変電所設計におけるクリーンエネルギー構造転換の影響」：BESS (Battery Energy Storage System)、

洋上変電所設計等に関する8編の論文に対し13件の発表があり、パイロットプロジェクトやSTATCOMの適用事例等が紹介された。

優先議題2:「サステナビリティマネジメントの課題」:変電所レジリエンス対応、SF₆ガス代替技術・管理、技術継承等に関する23編の論文に対し16件(日本から7件)の発表があった。中でもSF₆ガス代替技術に関する発表が8件と多く、欧米でのフッ素系ガス規制開始を見据えた生涯等価CO₂排出量の評価やSF₆ガス代替機器の小形化技術等の本格導入に向けたより具体的な検討事例が多数報告された。

優先議題3:「インテリジェンスの統合(B5共通)」:デジタル化や機械学習等による情報分析、アセットマネジメント等に関する30編の論文に対し44件(日本から5件)の発表があった。IoT、デジタルツイン、MR技術等を融合させた各国の変電所デジタルライゼーション事例発表が多数あり、開発・検証段階から実用化が進み、実用性能や効果を定量的に評価する段階に移行していると感じた。

9月1日のSC会議では、今後の技術課題や各WGの検討状況、変電所トレーニングコースの提案、2024年パリ大会の優先議題に関する議論等が行われ、次回優先議題として「エネルギー転換のためのT&D変電所設計・建設における課題と新たな解決策」「持続可能な変電所管理のための運転経験への還元」が提案された。

(東京電力パワーグリッド 塚尾 茂之)

(7) SC B4 (直流システムとパワーエレクトロニクス)

GDMは8月31日に開催された。3つの優先議題に関して67編(日本から4編)の論文が採択され、21の質問に対して61件(日本から8件)のコントリビューションがあった。主なコントリビューションとしては、HVDCプロジェクト、直流多端子プロジェクト、変換装置の更新、自励式HVDCにおける直流線路事故、直流グリッド、Grid Forming/Grid Followingなどに関する紹介があった。

ポスターセッションは8月30日に開催され、日本からは、優先議題1で「新北本HVDC人工接地試験」、飛騨信濃HVDC系統連系試験、「洋上風力多端子直流送電システム」、優先議題3で「再エネ電源 Grid Forming システム」などについて紹介を行った。

優先議題1:「HVDCシステムとその適用」

優先議題2:「直流配電システム」

優先議題3:「FACTSとパワーエレクトロニクス」

9月1日に開催されたSC会議は、出席者84名、2024年パリ大会の優先議題の議論、AG(Advisory Group)、WGからの活動状況報告、今後のSC会議予定(2023年コロキウム オーストリア)、新しいWGの提案、メーカー・ユーザなどからHVDCプロジェクト紹介などがあった。その他、チュートリアル「DC grid benchmark models for systems studies」が8月29日に開催され、複数のDC Gridベンチマークモデルを基にリアルタイムシミュレーションを実施、通常時とN-1事故時の応動などについて紹介があった。

(電源開発送変電ネットワーク 古川 裕之)

(8) SC B5 (系統保護と自動化)

3つの優先議題(うち1つはB3と合同)に対し55編の論文が採択された。日本からは、下記の優先議題1に対して「緊急時周波数制御の実験的検証」に関する論文が1件、優先議題2に対して「時刻同期を必要としない系統保護」に関する論文が2件採択された。昨今の電力系統のレジリエンス強化やプロセスバス適用の保護制御システム導入に向けた取り組みに対して、来場者から関心が寄せられた。

優先議題1:「低慣性および低故障電流レベルのネットワークにおける保護関連の課題への対応」:設定された8件の質問に対して23件(日本から3件)の発表があった。インバータ電源の増加や系統慣性の減少に伴う系統保護や過渡安定性への影響などの議論がなされた。

日本からは、周波数変化率リレーによる系統安定化に関する提案や低慣性系統における小水力発電設備連系時の系統安定化対策を紹介した。

優先議題2:「保護・自動化・制御のための新技術の応用」:設定された6件の質問に対して32件(日本から3件)の発表があった。デジタル変電所の開発動向や系統保護に関する新技術の適用など幅広い議論がなされた。

日本からは、IPを活用した非同期の送電線保護リレーの開発やアナログシミュレータを用いたIEC 61850ベースのPAC(Performance Analysis & Control)システムの導入検討を紹介した。

優先議題3:「変電所におけるインテリジェンスの統合」:SC B3との合同優先議題として実施された。7件の質問があり、SC B5に関連するものとしてデジタル変電所の経験と利点や保護機能・仕様などについて議論が交わされた。

(関西電力 榎本 和宏)

(9) SC C1 (系統計画と経済)

優先議題1:「システムトランジション、レジリエンス、アセットマネジメント」:アセットマネジメント、レジリエンス、パワエレ、離島の再エネ拡大など計9件が紹介された。日本からは母島再エネ100%プロジェクトを紹介した。

優先議題2:「エネルギー部門の統合と、多面的なネットワークプロジェクトの複雑性への対応」:NY州の100%ゼロエミッション供給、HVDC、DR、蓄電池など計11件が紹介された。HVDC関連が4件を占め、交流系統の克服の



図7 NGNフォーラムの様子

ための変換器有効活用アイデアなど、日本にとっても興味深い話題がみられた。

優先議題 3:「不確実性と変化する外的制約の下での計画」: ビッグデータ処理、国際連系線、COVID19 下での電力需要、確率論的計画手法など計 9 件が紹介された。日本からは系統利用制度変更に関先立つ計画立案、CO₂削減に向けた系統利用制度変更について紹介した。

論文は、3つの優先議題に対して 50 編が採択された。チュートリアルでは、世界の国際連系の概算に関する WG の成果が報告された。EU での成功体験を基に、国際連系拡大で電源ポートフォリオ・Time Zone の違いの有効活用への強い期待が SC 会議などでも感じられた。併せて、地政学問題のクリアを前提とした政治レベルの意思決定が先決と整理された。ポスターセッションでは、日本からアセットマネジメント、ノンファームについて紹介した。

(東京電力ホールディングス 八巻康一郎)

(10) SC C2 (系統運用と制御)

GDM は 8 月 30 日に開催された。スペシャルレポーターによる 17 件の質問に対して様々なコントリビューションが行われた。(日本からのコントリビューションは計 8 件。)

優先議題 1:「コントロールルームへの備え」では、①運用者の意思決定支援ツールの制約、②複数の AI 間に競合が発生しないための手法や相互互換性を開発する必要性、③高度でインテリジェントな AI の系統運用者への代替可能性、④支援ツールのアルゴリズムの公表要否、等の観点から様々な議論が行われた。とくに③については、責任問題や不確実性への受難性への課題等から、AI はサポートツールに徹すべきという意見がある一方で、AI 出力結果の透明性担保を前提に、将来的には代替可能といった意見もあり、盛り上がりを見せた。日本からは、例えば②への対応として、システム間の責任範囲を明確化し演算結果に優先順位をつけたうえで協調制御を実施する安定化装置の事例、③への対応として、運用者の経験の相違による需要予測精度のばらつきの問題を、AI の学習機能を活用した予測システムを導入し精度向上を図った事例等に関し発表した。

優先議題 2:「運用計画戦略」では、①分散型パワエレ機器の事故復旧計画における位置づけ、② AI の運用者の意思決定支援ツールとしての更なる改善余地、③再エネ大量導

入環境下での運用計画策定時の課題、等の観点から様々な議論が行われた。日本からは、例えば②への対応として、安定化装置の制御動作の正確性を担保するため、詳細モデルと実応動差異を定期的に確認している事例等を紹介した。

(中部電力パワーグリッド 平野 大悟)

(11) SC C3 (系統の環境性能)

GDM およびポスターセッションでは以下の議論をした。

優先課題 1:「エネルギー部門における野心的な気候目標の設定」: 論文は 12 件、コントリビューションは 10 件であった。気候戦略を定義するための方法論から、具体的な方法論までの広範な報告がなされた。

優先課題 2:「生物多様性と電力供給: リスク、課題、解決策、機会」: 論文は 5 件 (日本から 1 件)、コントリビューションは 10 件 (日本から 3 件) であった。海底ケーブル、水力と太陽光のハイブリッド発電、火力発電所などの新設と生物多様性に関する報告がなされた。

優先課題 3:「架空送電線からの環境・安全面への取り組み」: SC B2 とのジョイント優先課題であり、SC C3 からは論文 3 件 (日本から 1 件)、コントリビューション 1 件 (日本から 1 件) があつた。日本から送電線への鳥類衝突に関する鳥類保護と設備保護に関するトレードオフについて報告があつた。

チュートリアルでは、8 月に発行された TB876「野生動物と電気設備との相互作用」の内容について紹介された。SC 会議では、各 WG、AG、SAG の活動状況が報告された。また、2023 年 SC 会議は仙台コロキウムにて開催することが決まった。2024 年の優先課題については、①電力システム (発電・送電・配電設備) における社会的受容性と利害関係者の参画、②気候変動と電力系統への影響、全体論的アプローチ、③サプライチェーンのための持続可能性の開始を提案することになった。

(電力中央研究所 中園 聡)

(12) SC C4 (電力系統の技術性能)

8 月 31 日に低周波高調波共振による一時過電圧現象の評価に関するチュートリアルが WG C4.46 の活動の下に開催され、検討対象とモデル化の紹介、評価方法とそれらの比較から抑制法まで解説された。

9 月 1 日に行われた GDM では、午前のセッションで 120 名を超える参加者を集め、3 件の優先議題について終日議論がなされた。

優先議題 1:「電力品質と EMC に関する課題と進歩」では、19 件の論文 (日本から 2 件) が採択され、6 つの質問に対し 11 件のコントリビューション (日本から 1 件) があつた。最も論文が多かった高調波問題に関しては、世界的にインバータ電源の増加に伴う高調波問題に対して関心の高いことが浮き彫りになり、日本からもインバータ電源の連系に伴う周波数特性、不安定性に関する解析例が紹介された。インバータ電源を含む系統の不確実性・複雑性に伴うモデル化の重要性と難しさ、費用便益の点で有効解を得ることの難しさなどが議論された。



図 8 大外乱ワークショップの様子

優先議題 2:「絶縁協調と雷研究に関する課題と進歩」では、11 件の論文（日本から 1 件）が採択され、6 つの質問に対し 5 件のコントリビューション（日本から 1 件）があり、絶縁協調の実践例、パワーエレクトロニクス機器の連系対応と標準化の必要性、気象変化や設備形成の変化に伴う雷対策の動向について議論がなされた。例えば、SVC の不要解列抑制対策や、高調波共振に起因する過電圧対策の事例のほか、日本からは統計的手法による変電所の雷保護設計の事例が紹介された。聴衆アンケートでは、将来のインバータ電源増加に対して絶縁協調についても見直す必要があるとの声も大きかった。

優先議題 3:「電力系統の動特性に関する課題と進歩」では、29 件の論文（日本から 1 件）が採択され、モデル化やその評価に関する論文が最も多かったが、GFM (Grid-Forming Inverter) を取り扱った論文も 6 件と目立った。11 の質問に対して 24 件のコントリビューション（日本から 2 件）を基に議論が交わされた。各国の技術者の間で実系統での経験に基づくモデルの正確性などの議論が交わされたほか、GFM 導入の長所短所に関する議論など、インバータ電源の増加に伴う技術課題への関心の高さが見られた一方で、同期調相機の活用も議論されていたことが印象的であった。日本からは疑似慣性機能付きインバータの開発例の紹介と解説がなされた。

(徳島大学 北條 昌秀)

(13) SC C5 (電力市場と規制)

GDM が 9 月 2 日のセッションで開催され、スペシャルレポーターから投げられた質問に対するコントリビューション発表をもとに、活発な議論が行われた。

優先議題 1:「DER (Distributed Energy Resource) 統合のための市場設計と規制」: 電力系統に DER を統合するための市場の課題や、より効率的で強靱な市場に移行するための DER の活用等について議論が行われた。

優先議題 2:「信頼度とレジリエンス向上のための市場と規制の変化」: アデカシー評価手法や容量市場等の設計、市場監視について議論が行われた。日本からは、厳気象等に起因した LNG 在庫不足に伴う需給ひっ迫から得られた教訓や、脱炭素電源投資に予見性を与えるオークションの設計について、コントリビューション発表を行った。

優先議題 3:「破壊的イノベーション」: イノベーションを

促進するための政策や、非同期発電機で供給できるレベルの定量化等について議論が行われた。日本からは、拠点間の再エネ電力融通による電力需給最適化や、蓄電池の最適な充放電制御による再エネインバランス低減について、コントリビューション発表を行った。

9 月 1 日には、カーボンプライシングの各国の取組みに関するチュートリアルが開催された。8 月 30 日の SC 会議では、2024 年パリ大会の優先議題や新 WG のテーマについて議論を行った。次回 SC 会議は 2023 年ケアンズシンポジウムにあわせて開催する予定である。

(中部電力 菅原 健一)

(14) SC C6 (配電系統と分散電源)

GDM は 8 月 30 日に開催され、事前に用意された 30 件の質問に対して 36 件の発表（日本から 13 件）があり、活発な議論が行われた。優先議題 1 ではエネルギー転換と脱炭素化に貢献する DER を用いた解決策と経験というテーマで、EV 充電が系統に与える影響等について議論され、日本からは大規模な DER 統合に伴う電圧降下とその対策等について発表された。優先議題 2 ではアクティブ配電系統の革新的な計画や運用というテーマで、DER を活用したサービス提供の戦略・ツール等について議論され、日本からは DER を活用した系統混雑回避の費用便益分析等について発表された。優先議題 3 では系統のレジリエンス、信頼性、エネルギーセキュリティを高める DER アグリゲーションというテーマで、DER ユニットの特性把握と配電系統への統合等について議論され、日本からは DC 配電線実証に関する研究等について発表された。

ポスターセッションは 8 月 31 日に開催され、49 件のポスター（日本から 4 件）に対して活発に議論された。日本からは山間地の既存配電系統をオフグリッド化した際の経済性・技術性評価等が紹介された。

チュートリアルは 9 月 1 日に開催され、「DER システムとしての EV」というテーマで世界中の EV 展開に関する様々な予測、充電技術、ビジネスケース、規制問題に関する方針と推奨事項の考察等が紹介された。

(関西電力送配電 松浦 康雄)

(15) SC D1 (電力用材料と先進試験技術)

チュートリアルが 9 月 1 日、ポスターセッションが 9 月 2 日、GDM が 9 月 3 日に行われた。チュートリアルでは「Electric performance of new non-SF₆ gases and gas mixtures for gas-insulated systems」と題し、WG D1.67 の成果 (TB 849 発刊済) を元にして SF₆ 代替ガスの最新動向、新提案の試験法、混合ガスの電気絶縁性能、混合ガス量の分析法、に関する検討結果が紹介された。GDM では優先議題 1:「Testing, Monitoring and Diagnostics」について 19 件、優先議題 2:「Material for electro technical purposes」について 19 件、優先議題 3:「Simulation tools partnered with measurement techniques」について 3 件のコントリビューションが行われた。各優先議題の論文数はそれぞれ 22, 27, 4 篇で、従来と同様の議題である優先議題 1 は従

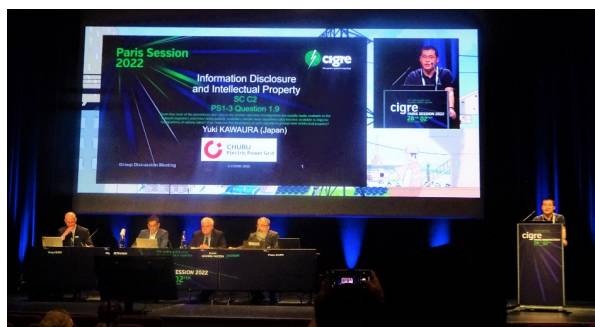


図 9 GDM でのコントリビューション発表の様子

来通りの論文数であった。優先議題 2 は従来の導体・絶縁材料以外に電池用材料なども対象としており、論文数を伸ばしているが、蓄電池用材料を扱う論文は 1 件で、これは環境負荷低減や機能性に着目した絶縁材料関連の論文数が増えた結果であった。優先議題 3 は新しい視点の議題であり、件数は少ないものの変圧器の経年劣化モデルによる劣化評価、デジタルツインの構築に向けたシミュレーションツールが議論された。日本からは優先議題 1 に 2 件（鋼材塗膜下腐食検出技術、油入変圧器流動帯電評価技術）、優先議題 2 に 3 件（ナノファイバーによる機能性絶縁材料開発、適用）投稿しており、各論文の著者を含む 6 件のコントリビューションを行った。

（東京大学 熊田亜紀子）

(16) SC D2 (情報システムと電力通信)

GDM は 8 月 31 日に開催された。3 つの優先課題に対して 49 編の論文（日本から 2 編）が提出され、これらに対する 27 の質問に対して 52 件（日本から 9 件）のコントリビューションがあり、活発な議論が行われた。

優先課題 1: 「新たな情報通信技術がデジタルトランスフォーメーションへの道のりで電力会社にもたらす機会と課題」: 電力会社における人工知能 (AI)、拡張現実 (AR) 等の情報通信技術の活用例や将来展望等について議論が行われた。日本からは、電力会社における複合現実 (MR) の活用例ほか 2 件について報告した。

優先課題 2: 「重要なユーティリティ資産を保護するためのサイバーセキュリティ技術、テクノロジーおよびアプリケーション」: サイバーセキュリティにおける規制等に関する実例や将来的なニーズ等について議論が行われた。

優先課題 3: 「機敏で回復力のある通信ネットワークによる最新のユーティリティと DER の要求への応答」: 電力会社のユースケースにおける 5G とその他無線技術のメリットとデメリット等について議論が行われた。日本からは、電力設備における 5G 使用時の電磁界影響、無線技術の特性

に応じた活用ほか 4 件について報告した。

9 月 1 日の SC 会議では、次回 GDM の優先課題について議論等が行われ、「電力システムのレジリエンスを向上させるための IT 活用」等の課題が候補に挙げられた。次回の SC 会議は 2023 年 9 月にケアンズで開催される予定である。
（中国電力ネットワーク 田部 龍彦）

8. あとがき

2020 年パリ大会はコロナ禍によって e-Session としてオンライン開催、2021 年の CIGRE 設立 100 周年記念大会も VCS (Virtual Centennial Session) としてオンライン開催されたが、2022 年は 4 年ぶりに対面形式で開催された。

今回のパリ大会は Energy Transition をテーマに各国の研究・検討内容が議論された。欧州を中心とした国際連系の強化、再生可能エネルギーのさらなる導入拡大とそれに伴う課題解決、AI・IoT 技術の活用加速化など電力業界を取り巻く環境は急速に変化している。脱炭素・デジタルトランスフォーメーションなどグローバルな共通課題に対し、各国の様々なアプローチを共有・発信できる CIGRE の存在は益々重要性を増している。

日本 CIGRE 国内委員会 (URL <http://www.cigre.jp/>) では本部と連携しつつ、パリ大会等へのさらなる論文投稿の推進、若手・女性技術者活動の活発化、最新情報の発信など推進していく方針である。

最後に、次回 CIGRE パリ大会は、2024 年 8 月 25 日～30 日（パリ・オリンピックとパラリンピックの狭間）にパリ国際会議場で開催予定である。また、2023 年 10 月 3 日～7 日には SC B2/C3/C4 による仙台コロキウム (URL <https://www.cigre2023sendai.jp/>) が開催予定である。いずれも CIGRE を感じる良い機会であり、多数の参加を期待する。

（中部電力 中地 芳紀）
（2022 年 11 月 11 日受付）

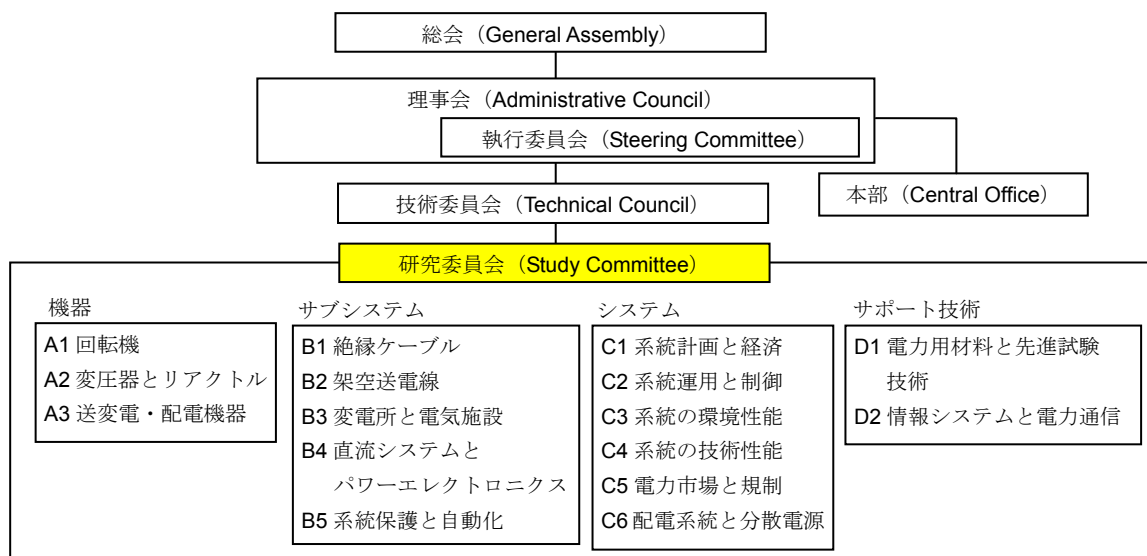


図 10 CIGRE の組織

台湾 台北滞在記

古宇田祐輔 [KKBOX Inc.:KDDI(株)より出向]

1. はじめに

筆者は、台湾をはじめアジア地域で音楽ストリーミング配信サービスを提供している KKBOX 社へ出向し、2013 年 12 月から 2019 年 3 月まで台湾台北に駐在した。そこでは、日本市場向けスマートホン用音楽配信サービス・映像配信サービスの開発マネジメントを担っていた。

本稿では、現地の文化や生活について紹介したい。ただし、帰任後すでに 4 年近く経っているため、そこからさらに変化はあると思われる。あくまで当時の話ということをご理解いただきたい。

2. 台北について

台湾の首都である台北市は、台湾北部に位置し、緯度は石垣島や宮古島に近い。暑い国のイメージがあるが、実際には 1 月～2 月にかけてが冬季となり、冬服は欠かせない。また古めのオフィスや住宅だと冷房設備しか備えていない場合も多く、室内にもかかわらず厚着や手袋が必要なこともあった。季節の切り替えに 1 ヶ月程度で、4 月～11 月が夏といった感じだろうか。筆者の通勤は「徒歩～地下鉄～徒歩」で 40 分程度であったが、夏場は会社に着くと汗が噴き出すそんな日々であった。

人口は約 260 万人であるが台湾最大都市ではなく、その台北市を取り囲む形で存在する新北市約 400 万人にそれをゆずる。とはいえ、台北が経済・文化の中心地であることに疑いはなく、両都市を合わせて台北都市圏として扱われることが多い。

3. 台湾の IT と交通事情

駐在初期、日本ではスマホがまだ普及途上な時期ではあったが、一方台湾ではすでに普及率が高く、街中ではシルバー世代も多くがスマホを使っているのを見て驚いたのを覚えている。そんな市場状況もあり、スマホ向けサービスも日本より進んでいた。台北は地下鉄路線が東京ほどは発展していないためそれだけで市内どこでも行くのは難しいのだが、そのかわりにバス網が発達している。全ての市営バスに GPS が備えられているため、どのバスが今どこを走っているのか、どのバス停にどこ行きのバスがあと何分で到着するか、などといった情報がリアルタイムにアプリ上で見ることができ、かつバス網は市内隅々まで網羅されているため、それを使いこなすことができれば地下鉄より利便性がとても高い。地下鉄ホームまで延々と降りて行かずとも、地上から即座に乗れるところも利点の一つだろう。

またシェアサイクルも、今でこそ日本でも増えつつあるが、台北は当時からすでに十分に使えるほどのステーションが至るところに用意され、ちょっとした移動では自転車



図 1 南国ならではの色とりどりのフルーツを売る屋台

で済ませてしまうことも多かった。スマホアプリでステーション検索や利用可能台数・返却可能台数などがわかるため、それを頼りに行動計画を立てやすい。市による公サービスのため、駅周りはもちろん、各市道を有効活用して多くのステーションを整備できたことが普及に効いたのだと思われる。

タクシーもまた然りで、流しも多く容易につかまえることができるし、当然スマホでの配車アプリもいくつもあった。これらを勘案すると、暑い国がゆえ「如何に徒歩を少なく移動するか」という観点で発展したのではないかと想像できる。

4. 台湾の食生活

台湾は基本的に外食文化であり、朝食は朝から開いている屋台で軽食を買いオフィス自席で食べる人や、夕食も外で食べて帰宅したりテイクアウトをして帰る人が多い。料理店は夜 9 時には閉まることが多いのだが、こと夜市(様々な飲食、小物類の販売、子供向け遊戯などの屋台が集まったエリア)については、平日であっても日を跨いでも賑わっており、遅くなった場合にはこういうところで夕食を済ませるケースもある。逆にいうと、常に自炊をする家庭は日本と比較すると多くはないようで、スーパーの品揃えも日本ほどには充実はしていなかった。

ただ、食自体は日本人の口に合うものが多く、最後まで飽きることなく過ごせたのは幸いだった。

5. おわりに

初めての駐在であったが、台湾の文化・食・風土・生活は他の諸外国と比べれば日本に近いと、非常に過ごしやすく、帰任が決まった時も、後ろ髪をひかれる思いであった。コロナが落ち着いたなら、あらためて思い出巡りをしに遊びにいきたいと思っている。

(2022 年 12 月 6 日受付)

原子力施設への無線通信技術導入に向けた技術動向調査専門委員会

委員長 高橋 信

幹事 黒田 英彦, 幹事補佐 安藤 弘

1. はじめに

原子力施設において、近年性能向上が著しい無線通信技術を利用することで作業の効率化や信頼性向上、監視制御の高度化、設備のスマート化など各種の効果が期待できる。

しかしながら、原子力施設では電波への感受性が高い設備が電磁ノイズ障害を受ける可能性がある。また無線通信には電波傍受による情報漏えいや詐称通信、さらにはサイバー攻撃などのセキュリティへの懸念がある。このため、原子力施設では無線通信技術の利用が進んでいない。

そこで当委員会では原子力施設への無線通信技術の導入を目的とし、無線通信技術及びその実用化の調査検討、規格ガイダンスの調査を行い、開発課題や技術目標の明確化を行った。当委員会は令和5年3月に終了予定である。ここでは当委員会の活動成果を報告する。

2. 活動内容

本委員会では上記目的のため、以下の4つの項目を実施した。特に(2)では委員アンケートを行い、適用イメージを立案してニーズ及び課題を整理した。またその実用性を評価した。(4)では電磁ノイズ障害及びセキュリティを中心に国内外の規格及びガイダンスを調査した。

- (1) 無線通信技術及びその関連技術（セキュリティ、AIを含む）の調査
- (2) 原子力施設での無線通信技術の適用イメージ立案と実用性検討
- (3) 原子力施設での無線適用における要求仕様の定量化
- (4) 原子力施設における規格・ガイダンスの調査及び分析

3. 活動成果

原子力施設における無線通信技術の適用イメージを図1に示す。監視診断用の各種ワイヤレスセンサを発電設備へ設置することで状態監視の高度化、既設設備の遠隔監視が可能となる。またワイヤレスデバイスを経由してモバイル端末から現場機器の点検や操作ができる。モバイル端末での点検データ、さらには現場機器の映像データは遠隔のサーバまでオンライン伝送可能である。現場のモバイル端末ではオンデマンドでマニュアルや図書を閲覧できる。これら状態監視及び現場作業での要求仕様を表1にまとめる。

原子力施設で無線通信技術を適用する場合には電磁ノイズ干渉とセキュリティが課題となることから規格・ガイダンスを調査した。電磁ノイズ干渉はIEC 62003 (Edition 2.0)などに記載され、計装制御設備のイミュニティを満足する必要がある。セキュリティはNUREG/CR-6847などに評価方法及び対策が規定される。通信情報の漏えい防止に

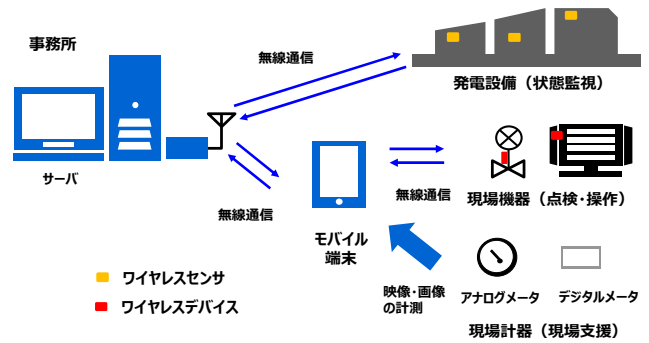


図1 無線通信技術の適用イメージ

表1 無線通信への要求仕様

適用方法	伝送情報	通信時間
監視高度化	監視診断用センサ情報 (温度、圧力、振動、音など)	数秒～60分
現場支援	数値データ、ドキュメント、画像	数分
	動画、音声	リアルタイム

加え、電波及びワイヤレスデバイスの管理が必要である。

4. まとめ

原子力施設への無線通信技術の導入に向け、技術動向や最新技術を調査した。そして原子力施設での適用イメージ立案と要求仕様の定量化を行い、課題、規制やガイダンスの要求事項を整理した。これら調査結果及び検討結果を評価して原子力施設での無線通信技術の適用について開発課題や実用化に向けた目標を明確化することができ、本委員会の目的を達成することができた。

今後は技術革新が著しいDX (Digital Transformation) 技術へ検討範囲を拡大し、DX技術による原子力施設への貢献を目的として令和5年度から新たに委員会を設立して活動を開始する予定である。

委員会構成メンバ

委員長	高橋 信 (東北大)
委員	五福明夫 (岡山大), 高橋浩之 (東京大)
	吉田智朗 (電中研), 宮原 聡 (東北電力)
	遠藤亮平 (東京電力HD), 角木孝暢 (中部電力)
	下野哲也 (関西電力), 片岡友徳 (日本原子力発電)
	高取孝次 (中国電力), 柚木 彰 (産総研)
	北村純一 (日立GE), 小田中滋 (東芝エネルギーシステムズ)
	内海正文 (三菱重工), 吉永光伸 (三菱電機)
	氏田博士 (環境安全学研究所)
幹事	黒田英彦 (東芝エネルギーシステムズ)
幹事補佐	安藤 弘 (関西電力)

用語解説 第 144 回テーマ：二重給電交流機

柴田 龍一〔電源開発(株)〕

1. はじめに

二重給電交流機 (Doubly Fed Machine) は、固定子 (1 次巻線) と回転子 (2 次巻線) の 2 箇所において電力系統に連系される回転機となる。構造は基本的に巻線型誘導機と同じとなり、回転子はスリップリングを介して電力系統に接続される。二重給電交流機の電力機器への代表的な適用例としては、風力発電機、可変速揚水発電機があげられ、それら機器の速度制御は、一般的に回転子 (2 次巻線) を通じた 2 次励磁制御方式が採用される。

2. 風力発電機に適用される二重給電交流機の構成・特徴

二重給電誘導発電機 (DFIG : Doubly Fed Induction Generator) として、風力発電機に適用した場合の構成例を図 1 に示す。構成要素は主に、風車、増速機、発電機側変換器、系統側変換器、DC リンクとなる。変換器の素子は、風力発電機に適用され始めた 1980 年代初頭においては、サイリスタにて構成したサイクロコンバータが使用されていたが、近年では IGBT が使用されており、どちらも速度制御は、2 次巻線と変換器にて双方向の融通を行う超同期セルビウス方式[†]が採用される。

主な特徴としては、以下があげられる。

・速度制御は超同期セルビウス方式であるため、同期速度の上下に速度制御が可能となる。風速に見合った回転数

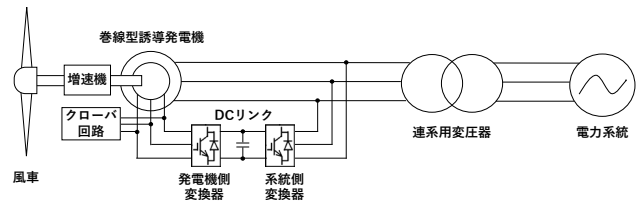


図 1 風力発電機 (方式：DFIG) の構成図

に制御することで、発電機の出力を高く保つことができる。

・発電機側変換器においてベクトル制御を採用すると、有効電力・無効電力の高速制御を実現する。

・回転子に加える励磁電圧を変換器にて制御することで、固定子側に誘導される励磁電圧を系統電圧と同期が可能であるため、起動時の突入電流が小さい。

・2 次巻線や変換器の過電流保護として、系統事故時は一時的に 2 次巻線に抵抗を介して短絡させ、過電流の減衰を速めるクローバ回路を有する。

参考資料

- (1) 「特殊同期機の現状と将来動向」, 電気学会技術報告, No.1301 (2014)
- (2) 平綿諒也・甲斐隆章: 「風力用巻線形誘導発電システムの LVRT 性能の検討」, 電学誌 B, Vol.132, No.4 (2012)
- (3) 電気工学ハンドブック (第 7 版), オーム社 (2013)

(2022 年 12 月 2 日受付)

[†] 2 次励磁制御方式の種類

目次

電力・エネルギー部門誌 2023 年 3 月号

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

〔解説〕

電力・エネルギー分野における雷観測の技術変遷
…… 三木 貫

〔論文〕

捨架された三相配電線における単相負荷の接続相推定
—スマートメータ計測値の活用—
…… 彦山和久, 横水康伸, 野々山公亮

銅線より抵抗が低くなる銅クラッドアルミ線の高周波現象と電気機器への適用 …… 上田克彦, 洪 啓峰
がいの塩汚損が配電線直撃雷によるスパークオーバー発生率に与える影響
…… 山口宜大, 河野丈治, 石本和之

論文委員会からのお知らせ

電力・エネルギー部門論文委員会

1. はじめに

高度情報化 (ICT) 社会の進展に伴い、新しい技術の開発が強く求められており、中でも電力・エネルギーシステムは、人々の暮らしを支える不可欠な存在です。当論文委員会では、電力・エネルギーの安定供給や新しい電力・エネルギーシステムの開発に関わる優れた論文を迅速に審査・掲載することで、読者にタイムリーな情報を提供できるよう、活動を続けています。本稿では、論文の投稿・査読に関する最近の話題や状況についてお知らせいたします。

2. 論文委員会の活動について

論文委員会は、投稿された論文・資料・研究開発レターを査読し、審議を経て掲載可否を決定しています。委員会には、編修長、編修長補佐の下、電力系統、電力自由化、分散型電源をはじめとした電力システム関連分野の論文を担当する B1 グループと、送配電・変電、高電圧をはじめとしたエネルギー変換・輸送関連分野の論文を担当する B2 グループが設置されています。各々のグループは、主査・副主査・幹事・論文委員で構成されています。論文委員会では例年、部門大会に合わせて「論文委員会意見交換会」を開催し、査読過程での問題点、改善策、作業効率化などについて広く議論を行っています。近年、太陽光・風力発電、マイクログリッド、蓄電池、デマンドレスポンス、パワエレ応用、直流機器など新しい技術領域の論文が増え、査読にもより幅広い知識が求められています。現在、B1 が 226 名、B2 が 161 名の計 387 名 (昨年より 1 名増) の体制に加え、必要に応じて高い専門知識を有する委員以外の方にも査読のご協力をお願いしています。なお、論文委員のご推薦は自薦他薦問わず随時受け付けております。手続きは電気学会編修出版課 (edit@iee.or.jp) へお問い合わせ下さい。

3. 最近の論文投稿数と掲載数の傾向

部門誌への投稿数・掲載数のトレンドを紹介します。

Fig. 1 は 2013 年 1 月から 2022 年 11 月までの部門誌への論文投稿数および掲載数を示しています。投稿数は 2020 年以降は減少傾向にあり、2022 年も 11 月末集計から推測すると、年間では 2021 年と同等の見通しです。2019 年以降の投稿数の減少は、コロナ禍による研究活動の停滞の影響ではないかと推測しています。来年以降、回復するかどうかを注視したいと考えています。掲載数においても 2020 年以前に比べて減少傾向で推移している状況です。

Fig. 2 には多くの論文が投稿される電力・エネルギー部門大会での論文 I の発表数、特集号への投稿数および掲載数の推移を示します。2022 年の発表数は 45 件と 2021 年より減少しましたが、特集号への投稿数は例年並となりました。これらの推移もコロナ禍の影響と推測しています。

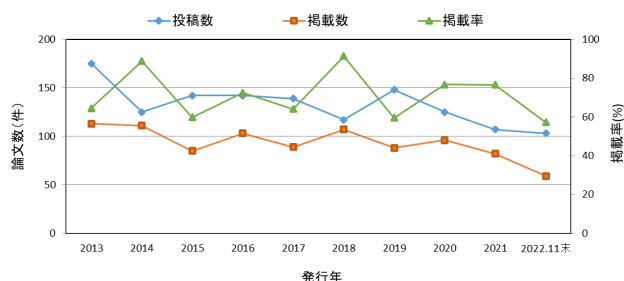


Fig. 1. Trend of paper submission and acceptance.

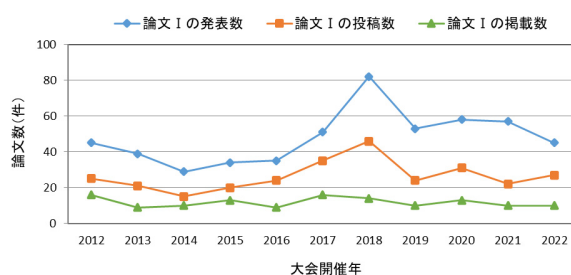


Fig. 2. Trend of paper submission and acceptance for the special issue on the annual conference.

4. 電子投稿・査読システムについて

2008 年 1 月から電子投稿・査読システムが導入され、2012 年 10 月の新システム導入を経て、今年で 14 年目を迎えます。旧来の紙ベースの査読期間が平均 6.81 ヶ月 (2006 年～2008 年の平均) であったのに対し、新システムでは約 1 ヶ月程度短縮され、2022 年 1～12 月号の投稿から掲載決定までの平均期間は 5.57 ヶ月でした。近年は今年と同水準で推移していますが、査読期間の短縮は論文委員会の抱えている重要な課題であり、今後も引き続き取り組んでいきます。

論文委員会は委員の皆様とその他協力者の皆様によるボランティア活動に支えられた組織で成り立っています。限られた時間と労力の中で、読者の皆様にタイムリーな学術・技術情報を提供できるよう引き続き努力して参ります。

論文の投稿や査読などについてお気づきの点、ご意見がございましたら、電気学会編修出版課までご連絡いただくか、部門大会で開催される「論文委員会意見交換会」の場にてご議論させていただければと考えています。今後とも当委員会の活動へのご支援、ご協力を賜りますようよろしくお願いいたします。

2022 年度 編修長 小島 康弘 (三菱電機)
編修長補佐 中村 一也 (上智大学)
B1 主査 山口 順之 (東京理科大学)
(文責) B2 主査 加藤 達朗 (日立製作所)

電力・エネルギー部門編修委員会からのお礼

電力・エネルギー部門編修委員会

電力・エネルギー部門論文委員会におきましては、令和4年1月から同12月までの間、下記の方々に論文・資料・研究開発レターなどの査読をお願いいたしました。ここに協力いただいた方々のお名前を掲載し、厚く御礼申し上げます。

青木 睦	白井 正司	加藤 丈和	小和田靖之	田岡 久雄	内藤 健人	藤田 吾郎	安井 晋示
赤塚 元軌	宇田川佑介	加藤 丈佳	斎藤 浩海	高木 雅昭	直井 和久	藤田 悠	安田 忠彰
安芸 裕久	梅村 敦史	加藤 達朗	齋藤 幹久	高木 康夫	直井 伸也	藤原 修平	矢野 亨
安部 淳一	梅本 貴弘	金子 英治	坂田 学	高奈 秀匡	長岡 直人	古澤 健	矢部 邦明
天野 博之	浦井 一	蒲原 弘昭	坂本 織江	高野 浩貴	中島 達人	北條 昌秀	山川 寛
新井 英樹	浦野 昌一	河内 清次	崎元 謙一	高橋 俊裕	中嶋 陽一	細谷 達也	山口 順之
飯岡 大輔	上蔭 誠二	川越 明史	佐々木 徹	高橋 尚之	永田 真幸	堀田 克輝	山口 浩
飯坂 達也	江角 直道	川崎 章司	佐々木 豊	高橋 広考	中地 芳紀	堀之内克彦	山田 隆
飯野 穰	逢見 翔太	河内 駿介	笹森 健次	高橋 雅仁	中西 要祐	本間 宏也	山中 章文
池上 貴志	大島誠一郎	河野 俊介	佐藤 学	高橋 祐一	中野 裕介	前田 哲彦	山根憲一郎
池谷 知彦	大関 崇	菊間 俊明	佐藤 賢	高橋 理音	仲村 孝行	牧田 真治	山本 和男
石川 歩惟	太田 浩	木田 順三	佐藤 宣夫	瀧川 喜義	中村 勇太	益田 泰輔	山本 茂広
石川 文雄	太田 豊	北 裕幸	佐藤 勇人	武智 正訓	中屋 耕	松井 倫弘	山本 真司
石崎 孝幸	大竹 秀明	北野 淳一	佐藤 基宗	竹松 俊彦	中山寿美枝	松井 芳彦	雪田 和人
石田 隆張	大竹 泰智	北山 匡史	澤 敏之	田島 克文	七原 俊也	松田 勝弘	横山 茂
石野 隆一	大谷 哲夫	城戸 三安	椎名 健雄	田島 大輔	西川 省吾	松本 航輝	吉岡 秀幸
石本 和之	大塚 信也	桐淵 大貴	重信 颯人	多田 泰之	西田 義人	松本 聡	芳澤 信哉
泉井 良夫	大嶺英太郎	熊野 照久	篠田 幸男	田所 兼	根岸信太郎	松本 洋和	吉田 成是
伊藤 健司	小笠原悟司	倉石 隆志	篠原 靖志	田中 慎一	野川 方生	松本 正晴	吉永 淳
伊藤 誠	岡島 敬一	栗田 直幸	清水 洋隆	田中 弘毅	野原 大輔	三浦 浩二	吉原 徹
伊藤 雅一	岡田 健司	栗原 隆史	下町健太郎	田中 康規	野呂 康宏	三浦 祥吾	吉村 学
糸川 祐樹	岡田 有功	桑原 真	朱牟田善治	田邊 隆之	橋本 篤	三浦 友史	由本 勝久
乾 義尚	岡本 達希	呉 国紅	庄野 貴也	田辺 隆也	橋本 潤	三木 貫	與那 篤史
犬塚 達基	小川 徹	小岩 健太	白井 康之	田能村頭一	橋本 裕明	三木 恵	米盛 弘信
井上 博貴	荻原 義也	神足 将司	白坂 行康	田村 滋	八太 啓行	三島 裕樹	林 強
井上 喜之	奥本 芳治	小迫 雅裕	新海 健	塚本 直之	バトム	三田 裕一	呂 莉
井上 良太	桶 真一郎	腰塚 正	新藤 孝敏	月間 満	アッタウィリ	宮内 肇	脇本 聖
今中 政輝	小田 拓也	小島 寛樹	杉浦 秀昌	辻 隆男	ヤヌパーブ	宮崎 聡	渡邊 勇
岩田 幹正	小原 伸哉	小関 英雄	杉田 泰則	辻井 佑樹	花井 悠二	宮寄 悟	渡邊 真也
植田 玄洋	小原 秀嶺	兒玉 直人	杉本 重幸	津田 理	馬場 吉弘	宮崎 尚	渡辺 雅浩
植田 俊明	織原 大	兒玉 学	杉本 仁志	恒富 邦彦	原 亮一	宮本 裕介	渡邊 政幸
植田 讓	恩地 俊行	兒玉 安広	杉山 雄太	寺園 勝志	坂東 茂	三好 雅仁	渡邊 佳正
植田 喜延	貝森 弘行	小林 千絵	鈴木 憲吏	寺田 努	比護 貴之	村上 晃平	
上野 秀樹	鏡 敏朗	小林 浩	関岡 昇三	天満 耕司	彦坂 知行	村上 好樹	
植原 弘明	柿ヶ野浩明	小林 宏充	関崎 真也	徳永 義孝	久門 尚史	森 啓之	
上村 敏	片岡 良彦	小林 靖之	全 俊豪	徳光 啓太	平田 飛仙	森本 健志	
上村 浩文	加藤 正平	小林 雄一	千住 智信	友部 修	福田 英昭	屋地 康平	(敬称略,
牛尾 知雄	加藤 大地	児山 裕史	造賀 芳文	豊田 充	福山 良和	八代健一郎	50音順)

令和5年 電力・エネルギー部門「研究・技術功労賞」受賞候補者推薦のお願い

電力・エネルギー部門（B部門）では、長年、地道な活動を続けてこられ、技術の発展に貢献された研究者または技術者の方々の労に報いるとともに、今後の更なる受賞者のご活躍と電力・エネルギー分野技術の発展を図ることを目的とし、2006年から、部門表彰制度として「研究・技術功労賞」の表彰を行っています。

つきましては、下記の要領で候補者の推薦を受け付けますので、多数ご応募頂きたくお願い申し上げます。

1. 受賞候補者の条件

B部門研究・技術功労賞は、10年程度以上の長年にわたる地道な実務の積み重ねにより、電力・エネルギー分野の技術の発展に功労のあった研究者もしくは技術者で、次の条件をすべて満たす者とします。

- ① 電気学会会員。表彰委員会が特に認めた場合は電気学会非会員を受賞候補者とすることもできるが、受賞時には電気学会会員でなければならない。
- ② 原則として、受賞時に満45歳以上である者。
- ③ 過去に本賞を受賞したことがない者。

2. 推薦の手続き

推薦者は、電気学会会員または事業維持員であることを条件とします（自薦でも構いません）。推薦書の書式をB部門ホームページ（<https://www.iee.jp/pes/merit/>）からダウンロードして、必要事項を記入の上、次の送付先までご郵送下さい。

〒102-0076 東京都千代田区五番町6-2 HOMAT HORIZON ビル8F

一般社団法人 電気学会 事業サービス課 電力・エネルギー部門担当

3. 推薦の締切り

2023年4月10日（月） 当日消印有効

4. 審査および表彰

B部門表彰委員会が審査の上、数名の受賞候補者を選定し、B部門役員会で受賞者を決定します。受賞者は、6月までに決定し、通知します。受賞者には、賞状および副賞（5万円）を授与します。

表彰は、2023年9月の電気学会B部門大会にて行います。日時、会場等詳細は部門大会HP（https://www.iee.jp/pes/b_event_r05/）をご参照下さい。なお、受賞者の部門大会および懇親会への参加費は無料です。



令和5年電気学会全国大会 電気学会発行図書 特別割引販売のご案内

令和5年の全国大会は現地開催が予定されていますが、書籍の割引販売は会場では実施せず、今年もオンラインで開催致します。学会HPからのご購入をお願いします。通常よりさらにお得な割引価格でお求めいただけるチャンスをお見逃しなく！

●特別価格オンライン販売期間:

令和5年3月15日(水)～19日(日)の5日間(予定)

この期間中に学会ホームページの「図書販売サイト」で書籍をお求めいただくと、割引対象図書には自動的に割引価格が適用されます。詳しくは以下をご覧ください。情報は随時更新されますので、ご購入の前に最新情報のご確認をお願い致します。

<https://www.iee.jp/blog/zt23bs/>

一般社団法人電気学会 編修出版課 e-mail : pub@iee.or.jp FAX03-3221-3704

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
iEECON (International Electrical Engineering Congress)	KRABI (タイ)	23.3.8~10	https://ieecon.org/ieecon2023/	22.10.13 済	23.1.13 済
ICHPQ (International Conference on Harmonics and Quality of Power)	東京	23.4.22~23	https://waset.org/harmonics-and-quality-of-power-conference-in-april-2023-in-tokyo	22.7.19 済	23.3.22 済
IEEE PES GT&D (Generation, Transmission & Distribution International Conference and Exposition)	Istanbul (トルコ)	23.5.22~25	https://ieeegtd.org/	—	22.12.26 済
CPE-POWERENG (International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering)	Tallin (エストニア)	23.6.14~16	https://taltech.ee/en/cpe-powereng2023	—	23.1.15 済
IEEE PowerTech	Belgrade (セルビア)	23.6.25~29	https://attend.ieee.org/powertech-2023/	—	23.1.6 済
ICEE (The International Council on Electrical Engineering Conference)	香港	23.7.2~6	http://www.hkie.org.hk/icee2023/	22.11.30 済	
IFAC World Congress (International Federation of Automatic Control)	横浜	23.7.9~14	https://www.ifac2023.org/	23.2.1 済	23.3.31
IEEE PES GM (IEEE PES General Meeting)	Orlando (アメリカ)	23.7.16~20	https://pes-gm.org/	—	22.11.8 済
ISH (International Symposium on High Voltage Engineering)	Glasgow (英国)	23.8.28~9.1	https://ish2023.org/	22.11.8 済	23.3.1
EUCAS (European Conference on Applied Superconductivity)	Bologna (イタリア)	23.9.3~7	https://eucas2023.esas.org/	23.2.3 済	—
SEST (International Conference on Smart Energy Systems and Technologies)	Mugla (トルコ)	23.9.4~6	https://sest2023.org/	23.1.15 済	—
CIGRE Symposium	Cairns (豪州)	23.9.4~7	https://cigrecairns23.com.au/	—	23.4.3
EPE (European Conference on Power Electronics and Applications)	Aalborg (デンマーク)	23.9.4~8	https://epe2023.com/	—	23.3.2
MT-28 (International Conference on Magnet Technology)	Aix En Provence (フランス)	23.9.10~15	https://mt28.aoscongres.com/	23.2.20 済	—
International Conference on Smart Energy Systems	Copenhagen (デンマーク)	23.9.12~13	https://smartenergysystems.eu/	23.1 以降	—
EU PVSEC (European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition)	Lisbon (ポルトガル)	23.9.18~22	https://www.eupvsec.org/	23.2.3 済	—
CIGRE Colloquium	仙台	23.10.3~7	https://cigre2023sendai.jp/	22.12.9 済	—
Renewable Energy Grid Integration Week	Copenhagen (デンマーク)	23.10.10~14	https://integrationworkshops.org/events/	23.2 以降	—
ISGT Europe (Innovative Smart Grid Technologies)	Grenoble (フランス)	23.10.23~26	https://iee-isgt-europe.org/	—	23.4.17
ISES Solar World Congress (International Solar Energy Society)	New Delhi (インド)	23.10	https://www.ises.org/what-we-do/events/solar-world-congress	未定	未定
PVSEC (The 34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference)	Shenzhen (中国)	23.11.6~10	https://www.pvsec-34.com/	—	23.7.20
IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition	Anaheim (米国)	24.5.6~9	https://ieeet-d.org/	未定	未定
ASC (Applied Superconductivity Conference)	Salt Lake City (米国)	24.9.1~6	https://www.appliedsuperconductivity.org/asc2024/	未定	未定

*連絡先：小田拓也（東京工業大学, oda.t.ab@m.titech.ac.jp）2023年4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。