2024 年 5 月 1 日発行

電力・エネルギー部門（B 部門）ホームページ　https://www.iee.jp/pes/
電力・エネルギー部門誌　https://www.iee.jp/pub/journal/

2024 年 5 月号

目次

B 部門大会の開催案内	1
研究グループ紹介	2
学界情報	3
海外駐在記事	4
調査研究委員会レポート	5
用語解説／論文誌目次	6
学会カレンダー	7
フォーラム開催案内	8
図書広告	10

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

令和 6 年電気学会 電力･エネルギー部門大会の開催案内と論文募集（第 2 報）

電力・エネルギー部門（B 部門）は，会員および大会参加者の交流を深め活発な活動を図るため，下記の通り，令和 6 年 B 部門大会を開催し，講演論文を募集します。会員はもとより非会員の方の発表も歓迎します。

会　　期　令和 6 年 9 月 4 日（水）～ 9 月 6 日（金）
会　　場　大阪公立大学 中百舌鳥キャンパス
〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1
https://www.omu.ac.jp/about/campus/access/
COVID-19 の感染状況によりオンライン開催とさせて頂く可能性がございます
論　　文　以下の 2 種類があります。
論文Ⅰ：内容のまとまった密度の濃い発表ができる和文または英文の論文。論文は原則 4 ページ以上とし，6 ページを超過する場合，著者には超過分の費用（5,000 円／ページ）を負担頂きます。ページ数の上限は 14 ページです。発表形式は「口頭発表」のみです。なお，29 歳以下の方で，論文Ⅰをポスター発表することも希望する場合は，申込時にその旨を申告して下さい。ただし，ポスター発表件数によっては，希望に沿えない場合があります。
論文Ⅱ：研究速報，新製品，トピックスなど速報性を重視し，迅速に発表や紹介をしたい和文または英文の 2 ページの論文。発表形式は，「口頭発表」と「ポスター発表」があります。申込時にどちらか一方を選択して下さい。ただし，希望に沿えない場合があります。
論文Ⅰ，Ⅱで対象とする主な技術分野は以下です。
（A）電力系統の計画・運用・解析・制御
（系統計画・運用，需要予測，需給制御，デマンドレスポンス・EMS，系統安定性，レジリエンス・BCP，系統最適化，系統連系，直流送電・HVDC，パワエレ応用，インバータ・IBR・GFL・GFM，アセットマネジメント・EAM）
（B）電力自由化
（電力自由化，エネルギー経済，電力市場・経済，セクターカップリング）
（C）分散型電源・新電力供給システム
（スマートグリッド，スマートコミュニティ，グリッドフォーミングインバータ，再生可能エネルギー，風力発電，太陽光発電，電気自動車，電力貯蔵）
（D）電力用機器
（電力ケーブル，変圧器，遮断器，GIS・代替ガス，配電用機器，がいし・高分子がいし，架空送電）
（E）高電圧・絶縁
（雷観測・雷害対策，サージ解析，アーク現象，直流遮断，絶縁材料）
（F）エネルギー変換・環境
（監視・診断・センサ，設備保全，IOT・ICT，電磁環境・EMC・IEMI・EMP・HEMP，新たな電気・エネルギー利用技術，超電導，風車・風力発電設備，太陽光発電設備，水素製造，電力貯蔵設備）
発表方法
論文Ⅰ：30 分程度（質疑応答を含む）の口頭発表。討議が十分できる時間を取っています。
論文Ⅱ：20 分程度（質疑応答を含む）の口頭発表。ポスター発表は A0 用紙 1 枚（縦）相当のポスターを指定した場所に掲示し，対応して頂きます。
表彰について
35 歳以下の方が発表した論文Ⅰおよび論文Ⅱ（ポスター発表を含む）から，優秀論文発表賞を選定します。また，YPC（Young engineer Poster Competition）として，29 歳以下の方による優れたポスター発表に対し，YPC 優秀発表賞と YPC 奨励賞を，29 歳以下の方による優れた口頭発表に対して，YOC（Young engineer Oral presentation Competition）優秀発表賞と YOC 奨励賞を授与します。なお，年齢は大会初日時点のものです。
申込方法
論文Ⅰ，Ⅱともに講演の申込をインターネットで行います。申込完了後に，論文原稿を提出して頂きます。
注意事項
申込み頂いた論文は全て発表可能ですが，発表は 1 人 1 論文に限ります。ただし，上述の通り，論文Ⅰ申込者のうち，29 歳以下の方で YPC での発表を希望する方のみ，論文Ⅰ（口頭発表）とポスター発表の 2 回の発表を認めます。また，論文Ⅰを B 部門大会特集号（令和 7 年 2 月号予定）として論文誌に掲載希望される場合は，B 部門大会への投稿と同時に，別途，各自で電子投稿・査読システムより B 部門大会特集号へ投稿して頂く必要があります。B 部門大会では，特別企画，座談会，懇親会および各講演会場において写真撮影し，ホームページ上などで公開することがあります。
講演申込／原稿提出期間（厳守）

	論文Ⅰ，論文Ⅱ
受付開始日時	令和 6 年 3 月　1 日（金）　9 時
講演申込締切日時	令和 6 年 5 月 24 日（金）　17 時
原稿提出締切日時	令和 6 年 5 月 24 日（金）　17 時

主　　催　電気学会 電力・エネルギー部門（B 部門）
共　　催　電気学会 関西支部
そ の 他　大会参加の申込方法，プログラムなどの詳細につきましては，B 部門ニュースレターおよび B 部門大会のホームページに今後掲載します。

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

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.

研究グループ紹介

富山大学 工学部 先端電力システム（北陸電力）共同研究講座

小出　明，井上　俊雄（富山大学）

1. はじめに

本講座は 2012 年 4 月，北陸電力（株）によって北陸地域における電気工学分野の教育環境の維持・発展を図ることを目的に寄附講座として設置された。2019 年 4 月に講座名が変わり，現在は第 3 期目にあたる。本講座では，電力系統工学からのアプローチによってカーボンニュートラルを実現するための研究に取り組んでいる。具体的には，再生可能エネルギーの大量導入時における電力系統解析や，需給制御・運用手法の高度化である。本記事では本講座の活動や現在実施している研究課題について紹介する。

2. 本講座の概要

本記事執筆時点（2023 年度冬）では，大学院修士課程の学生が 10 名，学部 4 年生が 6 名，教員 2 名（井上客員教授，小出客員助教）の計 18 名（図 1）が日々電力システムに関する研究に取り組んでいる。研究室の学生は北陸以外（特に愛知県）の学生も多数在籍している。これは入学試験会場が愛知県内にも設けているためと考えられる。卒業後の進路はインフラ関係の企業への就職希望が多く，地元企業に就職する学生も多い。

3. 本講座の教育方針について

本講座では研究だけでなく，電力分野について興味や理解を深めてもらうよう電力設備の見学や，電気新聞を読んでもらい業界動向の調査とプレゼン練習をさせている。

また，修士課程の学生に対しては，積極的な学会参加を推奨している。これは研究を円滑に進めることが第一の理由だが，学会参加を通じて自分の研究を伝え，議論を通じて自身の研究への理解を深めてもらいたいとの狙いもある。本講座で参加する学会は，主に電気学会全国大会，電気関係学会北陸支部連合大会，電気学会の部門大会である。特に部門大会でのポスター発表では，しっかりと議論ができたことから，学生達からも自信が付いたとの感想があり，教員側としても教育的効果を実感している。今後も継続的に参加できればと考えている。

4. 本講座で取り組んでいる研究課題について

本講座では，井上教授を中心とした事故時や平常時の系統周波数維持を目的とした研究，筆者（小出）を中心とした太陽発電の系統連系インバータを活用した配電系統の電圧管理手法の研究，系統運用上の制約を確率的に考慮した需給運用手法高度化の研究について取り組んでいる。

本記事では，上記 3 つ目の系統運用上の制約を確率的に考慮した需給運用手法高度化の研究について説明させていただく。この背景として，太陽光発電や風力発電等の発電量を完全に予測できない再生可能エネルギーが増加した場合，

(a) 2023 年度の講座メンバー

(b) B 部門大会にて

図 1　2023 年度の講座の様子

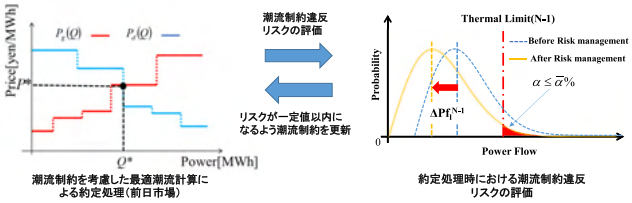


図 2　潮流制約を確率的視点で考慮した前日市場モデル

需給運用への影響をゼロにするためには多大な設備投資が必要になると考えられる。しかし，再生可能エネルギーの予測誤差を確率的な視点で予測することは一定の精度で実現可能と考えらえる。また，再生可能エネルギーの導入増加に伴う影響については，ゼロにすることは困難だが，確率論的なアプローチによってその影響を一定値以下にすることは実現可能と考えられる。筆者はこのような考えに基づき，N-1 事故時において，再生可能エネルギーの出力変動による送電線混雑の発生リスクが一定値以内になるような前日市場モデル（図 2）を提案している。同手法では，再生可能エネルギー出力変動が送電線混雑に与える影響を確率的に評価し，その違反確率が許容値以内に収まるように，最適潮流計算による約定処理とリスク評価による潮流制約の更新（リスク制御）を実施する前日市場モデルを構築した。

5. おわりに

井上客員教授が着任した 3 期目当初はコロナ禍の最中であったがその時の学部 4 年生も修士 2 年生となり，共に現地で学会発表や反省会をするなど本講座らしさが戻ってきたと感じている。今後も本講座の理念実現を図りつつ研究活動を継続したいと考えている。また，本講座の活動をご支援いただいている北陸電力新価値創造研究所および北陸電力送配電（株）に謝意を申し上げる。

最後に，令和 6 年能登半島地震の被災者の方に心よりお見舞い申し上げる。一日も早い被災地の復興をお祈りする。なお，本講座の学生や教員に被害は無かった。

（2024 年 2 月 22 日受付）

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.

学界情報

36th International Symposium on Superconductivity (ISS2023) 報告

荻野　拓〔(国研)産業技術総合研究所〕

1. はじめに

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直後の 1988 年から毎年開催されている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，基礎物性と応用とで会議自体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 セッションにまたがって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て以降は，国立研究開発法人産業技術総合研究所（AIST）が引き継いでいる。これまで ISS は全て日本国内で開催されていたが，2020 年の第 33 回は，ニュージーランド・ビクトリア大学（VUW）と共催で，ニュージーランド・ウェリントンにて初の海外開催となる予定であった。だが他の国際会議と同様に ISS も世界的な COVID-19 の感染拡大の影響を大きく受け，この年は茨城県つくば市を現地会場としたハイブリッド開催となった。その後も 2 年間に渡り COVID の影響でオンライン及び国内ハイブリッド開催を余儀なくされたが，ついに今回ニュージーランドでの初の海外開催にこぎつけた。数年振りにポスターセッション・企業ブースも併設され，フルスペックでの開催となった。開催日は 11/28～30 と，日本では冬，ニュージーランドでは初夏に当たる時期ではあったが，比較的緯度が高いウェリントンでの開催ということもあり，それほど日本との温度差は感じられなかった。

2. 講演概要

各開催年の ISS の参加者及び発表件数の推移を表 1 に示す（今回参加者の内訳は非公表）。今回は初の海外開催，かつ欧米から遠いオセアニア地域での開催となったが，ポスターセッションが開催されたこともあり，参加者は前回並み，発表件数は前回を超える 222 件で，初の海外での実地開催ということもあり，海外比率もこれまでの ISS より高くなった。PC/WB/ED/AP の 4 セッションがパラレルで行われ，200 件弱の口頭発表と 50 件程度のポスター発表に加え，各セッションから選定された基調講演（PL）が合計 4 件行われた。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，米・UC Santa Barbara の S. D. Wilson 教授が，最近非常に活発に研究が行われているカゴメ格子超電導体に関するレビューを行った。カゴメ格子化合物はその特異な構造と電子構造に起因して電荷密度波など多彩な秩序が現れることも特徴であり，ドーピングや化合物のバリエーションによる違いなどが議論された。

表 1　各年の ISS の参加者（左）と発表件数（右）

国名	2023		2022		2021		2020		2019	
日本	-	113	179	92	220	118	280	128	321	205
米国	-	19	30	28	24	23	24	15	21	18
ニュージーランド	-	37	25	18	17	14	32	8	3	3
韓国	-	5	14	5	3	2	13	3	15	13
中国	-	18	11	11	10	8	14	6	35	28
英国	-	7	10	9	8	7	11	6	3	3
スペイン	-	1	8	8	13	12	17	10	2	2
ドイツ	-	1	3	3	6	6	8	4	8	8
フランス	-	2	4	4	4	3	9	6	4	4
オーストラリア	-	9	4	0	3	3	1	1	0	0
その他	-	8	11	9	19	14	53	19	24	17
計	293	222	299	187	327	210	462	206	436	301
参加・発表者の海外比率	>50%	49%	40%	51%	33%	44%	39%	38%	26%	32%

PL2 は WB セッションで，日・九州大の木須教授が長尺 REBCO 線材に関する臨界電流密度制御要因や，機械学習を活用した磁気顕微鏡による線材の特性評価などを報告した。PL3 は AP セッションからで，米・Commonwealth Fusion Systems・Chief Scientific Officer の B. Sorbom 博士が核融合用 REBCO マグネットの開発状況について講演を行った。アメリカでは 2021 年より SPARC と呼ばれるトカマク型核融合炉の開発が行われており，これに向けた PIT VIPER と呼ばれるケーブルやプロジェクトの進捗について報告された。PL4 は ED セッションからで，英・グラスゴー大の R. Hadfield 教授より，超電導光子検出器について，その歴史や光子吸収メカニズムから最新の検出器技術の詳細レビューが行われ，今後の超電導光検出器開発の方向性等について紹介された。

Banquet はマオリ族の民族舞踊であるハカの実演に加え，ニュージーランドの和太鼓チームによる演奏など，日本とニュージーランド双方の文化を取り入れたものとなった。最終日には，Closing セッションが開催され，全日程の講演の総括が行われた。また，ここ数年 ISS では若手向けの表彰を行っており，閉会式に合わせて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 ISS2024 は日本単独開催で，石川県金沢市で 2024 年末に開催される予定である。

（2024 年 2 月 22 日受付）

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.

海外駐在記事

スイス・チューリッヒ駐在記

多田　靖彦（Hitachi Europe, Ltd.）

1.　はじめに

筆者は，2022 年 6 月から Hitachi Europe, Ltd. に出向しており，スイス・チューリッヒに滞在中である。主な従事内容は現地グループ会社とのエネルギー関連技術の共同研究企画や，欧州のエネルギーセクタの市場・顧客動向および先端技術の調査である。本稿では，スイスのエネルギー事情や生活の様子について，現地で感じたことを交えて紹介する。

2.　スイスの電化事情と観光事情

スイスの国土は九州と同程度だが，鉄道網が非常に発達しており，その運用も日本と同じように正確である。「氷河急行」「ベルニナ急行」等の観光列車でなじみの方もいるだろう。この鉄道網のおかけで，チューリッヒ市内はもちろん，国内移動は鉄道を中心とした公共交通機関で事足りる。

鉄道の電化率はほぼ 100%を誇る。スイスの鉄道路線は 1847 年チューリッヒ–バーゼル間の開通が最初と言われている。電化が急速に進んだのは第一次世界大戦のころで，資源に乏しく戦前は石炭を輸入に頼っていた。ただ元々スイスは山岳地帯が広がり，豊富な湖や川といった水力発電に地理的に優位であった。そこで戦中・後に自国で確保できるエネルギー資源として水力発電を増強した結果，他国に先駆けて電気機関車が導入され，大幅に電化が進んだ。この時のスイスの判断が今や総発電量の 60%を超える水力発電を整備することに成功し，電力のグリーン化を他国に先駆けて進めることになったという話を聞いた。

他の公共交通機関でも電化は進んでいる印象を受ける。都市では架線から電力を供給するトロリーバスが既に街中を走っている。最近では EV バスが徐々に導入されている。チューリッヒ空港のバスターミナルでの充電，ジュネーブのバス停留所での急速充電など，欧州の EV 化の一旦を垣間見ることができた。

これら電化事情に関係が深いのがスイスの観光事情である。筆者は水力発電用ダムのゲルマー湖を訪れたことがある。お目当ては，勾配 106%と世界で二番目に急勾配のケーブルカーで，屋根がなくちょっとしたスリルと共に雄大なアルプスをダイレクトに眺められることが売りだ。夏には多くのハイキング客で賑わう。現地に到着して気づいたのは，このケーブルカーが元々はダム工事の資材運搬のために作られたということ。その役割を終えたあとは観光用・登山客用に利用され，発電所が運営している。役目を終えても観光資源に使う気概が逞しく思えた。また名峰マッターホルンで有名な麓の街ツェルマットでは 40 年も前から EV への転換を決め，観光用の馬車を除けば街中を走るのはすべて EV である。

図 1　1932 年に完成したダムのゲルマー湖

時代・地域で複雑な事情があったのだろうが，石炭資源の乏しさから電化を進めた結果，今に至るエネルギーのグリーン化とその副産物の観光資源化，観光地による EV 導入の推進など，スイスの逞しさ・強かさを垣間見たと感じた。

3.　スイス・チューリッヒの生活

チューリッヒはドイツ語圏であり，当初仕事はともかく生活面での不安が多分にあった。実際に住んでみると，その不安は杞憂であったことにすぐに気づく。ほとんどの現地人が英語に堪能であり，生活面で言語に困ることはなかった。またスーパーで物を探していたら声をかけてくれる，慌ててトラムに乗る際にドアを開けて待っていてくれる等，生活の上でちょっとした優しさに触れることがままあった。移住者に対して非常に親切なのである。

このようなスイスの国民性はダイバーシティを内包・許容する環境から生まれているのではないかと思っている。スイスは 26 の共和国 (州) から成り，ドイツ語，フランス語，イタリア語，ロマンシュ語の 4 つの母語をもつ。地理的・経済的状況から周辺国からの移民も多い。スイス人口の約 1/4 は外国人であり，チューリッヒ市では約 1/3 である。また連邦憲法で，出自，人種，等を理由とした差別を禁止することが定められている。スイスはダイバーシティを常々実践する土壌が整っており，ダイバーシティ先進国と言える。日本でも取組みが活発化するが，スイスから学べることが多くあるのではないかと思う。

4.　おわりに

スイスと言えばアルプス，時計，チョコレート等が思い浮かぶかと思うが，エネルギーやダイバーシティの観点でも最先端をいく。本稿がこれらの観点でもスイスに興味を持つきっかけになれば幸いである。

（2024 年 2 月 22 日受付）

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.

調査研究委員会レポート

日本の保護リレー技術のあゆみと国内外の技術動向調査専門委員会

委員長　藤田　吾郎
幹　事　岡村　憲二，植田　喜延，幹事補佐　安部　友裕

1. はじめに

保護リレーの責務は，電力系統，電力機器の故障や異常を瞬時に検出しその設備を停止することによる保安の確保，ならびに安定化制御による故障や異常の影響の局所化である。電気の品質・量に関する社会的要求に対応して電力系統が拡大・変遷していく中で，この責務をまっとうするため，保護リレーは，電磁形，アナログ静止形，ディジタル形へと進歩を遂げ，保護リレーシステムも単体リレーからリレーユニットへ，そして複数の装置からなる大規模なリレーシステムへと多様化し，それに伴い保護性能の高度化，システムの高信頼度化が図られ，高信頼度の設備形成および運用を支えている。

さらに，近年情報通信技術の大幅な進歩により，次世代の保護リレーシステムに向けて，国内外で新たな技術や適用形態の検討・評価が進められている。

しかし，一方で，現在主流のディジタルリレーは，一般的な電子機器と比較して，長期間運用されることから，保守部品の確保などの課題があり，今後の保全のあり方が問われている。

このような状況の中，保護リレーシステム技術委員会では，保護リレーシステム，関連する周辺機器やその技術について，調査専門委員会を設置し個別のテーマについて深く調査を行ってきた。

そこで今回，開発初期のアナログ電気機械形リレーから近年のディジタルリレーまでの歴史を振り返り，取り巻く状況の変化を踏まえ，保護リレーシステム全体を俯瞰的にとらえた内容を調査することは，新技術の開発や国際標準技術の適用を行う上で時機を得たものである。併せて，保護リレーシステム分野の裾野を広げるためにも，初級技術者や学生にも興味を持って貰い，必要に応じて個々の技術文献への橋渡しとなるように取りまとめることを目的に「日本の保護リレーのあゆみと国内外の技術動向」について，調査・整理を行っている。

2. 背景及び内外機関における調査活動

保護リレーシステム技術委員会では，これまで，時々の技術動向を踏まえた調査に基づいて技術報告を発行しているが，保護リレーステム全体を俯瞰する形式では，2002 年の単行本「保護リレーシステム工学」以来取りまとめられていない。一方，（一社）電気協同研究会においては，保護リレーシステムに関する調査として，「保護リレーシステムの開発・保守運用効率化」，「保護リレーの新しい機能・性能」などが報告されており，「ディジタル変電所の監視制御・保護リレーシステム」などの調査が進められている。

これらの調査の成果を踏まえつつ，新たな技術動向も取り入れた上で，保護リレーの変遷，アナログリレーとディジタルリレーの構成や動作原理，特徴，各電力会社の現状の設備実態，ディジタルリレーの課題と対策，今後の保全のあり方，最後に保護リレーの技術動向（至近の実績や検討中の事例，国内外で将来適用が想定される新技術など）について，保護リレーシステム全体を取りまとめていく。

3. 調査検討項目と期待される効果

（1） 保護リレーの役割と基本構成
（2） 保護リレーの変遷と現状の設備実態
（3） ディジタルリレーの標準化・効率化・高度化の事例
（4） ディジタルリレー装置の保守面における課題とその対策
（5） 保護リレーシステムにおける新技術の動向

「日本の保護リレーのあゆみと国内外の技術動向」に関して調査・整理することにより，保護リレーに従事する中堅技術者に加え，初級技術者や学生でも幅広く興味を持って読むことができる。また，保護リレーを包括的に捉えられるような記載内容とすることで，テーマ毎に発刊されている文献への橋渡しとなる。

4. 活動状況

本調査専門委員会は，大学，電力会社，メーカ等から 25 名で構成されている。これまでに，8 回の委員会を開催し(2024 年 1 月末現在)，精力的に活動してきた。現在，各社毎のアンケート結果の取りまとめが終了し，技術報告書の執筆に着手しているところである。今後は，2024 年 5 月の委員会終了に向けて技術報告書をとりまとめる予定である。

委員会構成メンバ

委員長	藤田吾郎（芝浦工業大）
委　員	馬場旬平（東京大），浦野昌一（明治大） 飯岡大輔（中部大），雪田和人（愛知工業大） 吉田義昭（広島工業大），北條昌秀（徳島大） 渡邊政幸（九州工業大），宜保直樹（電力中央研究所） 水原　聡（電源開発），吉岡秀幸（日立製作所） 鏡　敏郎（東芝エネルギーシステムズ），原田敬一*（三菱電機） 田中靖之**（三菱電機），福屋善文（富士電機） 酒井寛好（北海道電力ネットワーク），宮崎裕一*（東北電力ネットワーク） 佐藤匡美**（東北電力ネットワーク），角田雄一*（東京電力パワーグリット） 安田忠彰*（東京電力パワーグリット），小比賀勢一**（東京電力パワーグリット） 天雨　徹*（中部電力パワーグリット），小島一浩**（中部電力パワーグリット） 泉　隆志*（北陸電力ネットワーク），辻　靖之**（北陸電力ネットワーク） 植西権蔵*（関西電力送配電），岡久　篤**（関西電力送配電） 佐藤友祥*（中国電力ネットワーク），谷川真二**（中国電力ネットワーク） 中内　誠（四国電力送配電），宮平佳亮（沖縄電力）
委員兼幹事	小林隆久*（九州電力送配電），岡村憲二**（九州電力送配電） 植田喜延（明電舎）
幹事補佐	上田文平*（九州電力送配電），伊藤清太*（九州電力送配電） 安部友裕**（九州電力送配電）

(*)途中退任者　(**)途中就任者　（順不同）　（2024 年 1 月末現在）

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.

用語解説　第 158 回テーマ：電圧フリッカ

長谷川匡彦〔東京電力ホールディングス(株)〕

1.　電圧フリッカとは

電圧フリッカとは，電圧が周期的に変化することで，家庭などの照明が明るくなったり暗くなったりするチラツキが短い時間に繰り返される現象である。従来はアーク炉や溶接機といった大容量機器が主原因となっていたが，近年では太陽光発電用パワーコンディショナ（PV-PCS）に起因するものも現れている。

2.　電圧フリッカ発生の背景

近年，再生可能エネルギーの大量導入が進んでおり，特に太陽光発電（PV）の電力系統への接続が増加している。高低圧配電系統では発電設備を系統に接続する際に電力保安および供給信頼度維持のための保護機能として単独運転検出機能が必要となる。本機能は，停電事故発生時などに商用系統から当該発電設備が切り離された際に，自端情報に基づいて直ちに解列する機能である。主に低圧の PV-PCS では単独運転検出機能として新型能動的方式が普及している。この方式は一定の周波数の無効電力を系統に注入することから，PV 連系量が多い地域では系統リアクタンスと掛け合わされることで電圧の揺れ（電圧フリッカ）を発生させることがある。

3.　電圧フリッカの対策

電圧フリッカの対策としては PV-PCS が注入する無効電力量を減少させるゲイン低減（PV-PCS 設定変更）が挙げられる。図 1 に PV が連系する配電系統の潮流と PV-PCS 設定変更箇所を示す。ゲイン低減は PCS が単独運転検出機能を損なわない範囲で実施され，その有効性が確認されている。また，その他の対策として STATCOM（自励式無効電力補償装置）や SVC（静止型無効電力補償装置）を高圧配電系統に設置する場合もある。

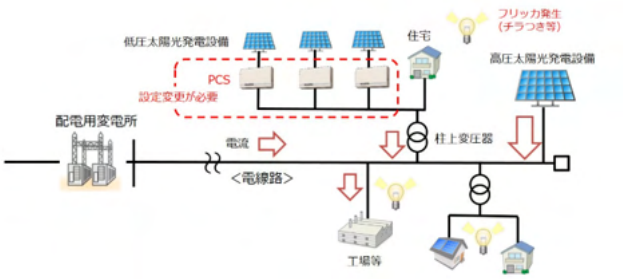


図 1　配電系統の潮流と PV-PCS 設定変更

参考資料

(1)　東京電力パワーグリッド（株）:「電圧フリッカについて」, https://www.tepco.co.jp/pg/electricity-supply/operation/distribution/flicker.html

（2024 年 2 月 22 日受付）

目　次

電力・エネルギー部門誌　2024 年 5 月号

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

〔解説〕

配電設備の技術変遷と技術動向　……上野秀樹，西廣雄介

〔論文〕

系統周波数安定化を目的としたウィンドファームの中央制御方式 ……今野雄太，高橋理音，Faramarz Alsharif，梅村敦史

太陽光発電の一斉解列リスクを考慮した PMU による配電系統構成の確率的最適化手法 ……斎藤知樹，辻　隆男，庄司智昭，赤木　覚，桑下敬康，飯田義和，村本大輔

縮小空間法に基づく多目的 TSCOPF に関する研究 ── 複数故障モデルの検討 ── ……黒川大輝，久保川淳司，餘利野直人，造賀芳文，佐々木　豊

並列時電流分担比に基づくリユース蓄電池の運用中健全度診断技術の提案 ……林田　淳，白土博康，原　亮一

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.

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	ｱﾌﾞｽﾄﾗｸﾄ	ﾌﾙﾍﾟｰﾊﾟｰ
IEEE PES T&D (Transmission and Distribution Conference and Exposition)	Anaheim (米国)	24.5.6～9	https://ieeet-d.org/	―	23.8.20 済
CIEEC 2024 (2024 IEEE 7th International Electrical and Energy Conference)	Harbin (中国)	24.5.10～12	https://www.cieec.com.cn/	―	24.1.5 済
The 7th IEEE ICPS 2024 (7th IEEE International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems)	St. Louis (米国)	24.5.12～15	https://icps2024.ieee-ies.org/index.html	―	23.11.17 済
SGSMA 2024 (2024 International Conference on Smart Grid Synchronized Measurements and Analytics)	Washington DC (米国)	24.5.21～23	https://blogs.gwu.edu/seas-sgsma2024/	―	23.9.20 済
PSCC2024 (XXIII Power Systems Computation Conference)	Paris (フランス)	24.6.4～7	https://pscc2024.fr/	23.6.30 済	23.9.1 済
EEM24 (The International Conference on European Energy Markets)	Istanbul (トルコ)	24.6.10～12	https://eem24.khas.edu.tr/	24.1.14 済	24.3.17 済
CIRED 2024	Vienna (オーストリア)	24.6.19～20	https://www.cired2024vienna.org/	23.12.8 済	24.3.15 済
ITEC 2024 (2024 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo)	Rosemont (米国)	24.6.19～21	https://itec-conf.com/	23.12.1 済	24.4.1 済
18th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS 2024)	Auckland (ニュージーランド)	24.6.24～27	https://www.pmaps2024.com/	―	24.1.15 済
The ICEE Conference 2024 (The International Council on Electrical Engineering Conference)	北九州 (日本)	24.6.30～7.4	https://orbit-cs.net/icee2024/index.html	23.12.5 済	24.4.1 済
The IEEE World Congress on Computational Intelligence, IEEE WCCI 2024	横浜 (日本)	24.6.30～7.5	https://2024.ieeewcci.org/	―	24.1.15 済
IYCE'24 (2024 9th International Youth Conference on Energy)	Colmar (フランス)	24.7.2～6	https://www.iyce-conf.org/welcome	23.10.31 済	24.2.15 済
The 12th IFAC Symposium on Control of Power and Energy Systems (IFAC CPES 2024)	Rabat (モロッコ)	24.7.10～12	https://cpes2024.org/	―	24.1.20 済
IEEE PES General Meeting	Seattle (米国)	24.7.21～25	https://pes-gm.org/	―	23.11.8 済
2024 3rd International Conference on Power Systems and Electrical Technology (PSET)	東京 (日本)	24.8.5～8	http://www.pset.org/	―	24.5.30
CIGRE Paris Session 2024	Paris (フランス)	24.8.25～30	https://www.cigre.org/GB/events/paris-session-2024	―	24.2.6 済
ICEM 2024 (26th International Conference on Electrical Machines)	Torino (イタリア)	24.9.1～4	https://www.symposium.it/en/events/2024/26th-international-conference-on-electrical-machines-icem-2024	―	24.1.31 済
ASC (Applied Superconductivity Conference)	Salt Lake City (米国)	24.9.1～6	https://www.appliedsuperconductivity.org/asc2024/	24.1.17 済	―
ICLP (International Conference on Lightning Protection)	Dresden (ドイツ)	24.9.1～7	https://www.iclp2024.org/en	―	24.2.1 済
CPESE 2024 (2024 11th International Conference on Power and Energy Systems Engineering)	奈良 (日本)	24.9.6～8	http://www.cpese.net/	―	24.4.10 済
SEST 2024 (The 7th International Conference on Smart Energy Systems and Technologies)	Torino (イタリア)	24.9.10～12	https://sest2024.polito.it/	24.2.5 済	24.3.18 済
ISAP2024 (Intelligent System Applications to Power Systems)	Budapest (ハンガリー)	24.9.16～19	http://www.isap-power.org/2024	―	24.4.1 済
IEEE International Conference on Communications, Control, and Computing Technologies for Smart Grids	Oslo (ノルウェー)	24.9.17～20	https://sgc2024.ieee-smartgridcomm.org/	―	24.4.10 済
IEEE PES ISGT Europe 2024	Dubrovnik (クロアチア)	24.10.14～17	https://ieee-isgt-europe.org/	―	24.5.1
APPEEC 2024 (2024 IEEE PES 16th Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference)	Nanjing (中国)	24.10.25～27	https://ieee-appeec.tiemeeting.com/	―	24.8.31
PVSEC-35 (The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference)	静岡 (日本)	24.11.10～15	https://www.pvsec-35.com/index.html	24.3.31 済	24.8.29
iSPEC 2024 (The 2024 IEEE Sustainable Power and Energy Conference)	Sarawak (マレーシア)	24.11.24～27	https://attend.ieee.org/ispec-2024/	―	24.6.30

＊連絡先：金子曜久（早稲田大学, a.kaneko@aoni.waseda.jp）2024 年 6 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。

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.

電力・エネルギーフォーラム開催のご案内

「最近の直流及び交流系統に要求される遮断器の技術動向」

概要：近年，洋上風力発電を始めとした再生可能エネルギー電源の電力系統への導入が世界的に急速に進められている。HVDC システムが多端子構成となり大規模グリッド化した場合には，直流側系統で発生した事故の直流系統全体への波及を防ぐため，事故区間を高速遮断し，切離すことが可能な高電圧直流遮断器が必要となり，いくつかの方式の高電圧直流遮断器について，研究・開発が進められている。
一方，交流遮断器においては，近年温室効果ガスの抑制やゼロエミッションを追及するための循環型社会形成の一環として，電力変電分野の開発，製造，運用においても環境負荷低減が求められている。特に，高電圧開閉機器等の消弧・絶縁媒体として用いられる SF_6 ガスについて，代替ガス遮断器技術の研究・開発が近年急速に進められている。例えば，SF_6 に代わる消弧・絶縁媒体として，F-ketone，F-nitrile が提案され，現在フィールド実証試験も実施されている。同様に真空遮断器の高電圧化開発も急速に進められており，実系統への適用の報告がなされている。
本フォーラムでは，直流遮断器，高電圧真空遮断器，SF_6 代替ガス遮断器について，それぞれ遮断現象，開発動向，技術課題，試験をわかりやすく解説するとともに，将来的な動向を展望する。

日　　時　2024 年 5 月 22 日(水)　13:30～16:30
会　　場　電気学会会議室およびオンライン（Cisco Webex Meetings）によるハイブリッド開催
東京都千代田区五番町 6-2　HOMAT HORIZON ビル 8 階　TEL：03-3221-7313
JR 総武線（中央線各駅停車）市ヶ谷駅下車，徒歩 2 分

プログラム

1．	13:30～13:35	開会あいさつ	皆川　忠郎（三菱電機）
2．	13:35～13:50	最近の直流及び交流系統に要求される遮断器の技術動向	横畠　系典（東京電力パワーグリッド）
3．	13:50～14:10	直流系統の構成と直流遮断器の必要性	新海　　健（東京工科大学）
4．	14:10～14:30	高電圧直流遮断器技術（遮断現象、開発動向）	木村結花子（東光高岳）
5．	14:30～14:50	高電圧直流遮断器技術（技術課題、試験）	木村　　涼（三菱電機）
		休憩	
6．	15:00～15:20	高電圧真空遮断技術（遮断現象、開発動向）	森　　俊太（日立製作所）
7．	15:20～15:40	高電圧真空遮断技術（技術課題、試験）	長竹　和浩（明電舎）
8．	15:40～16:00	SF_6 代替ガス遮断器技術（SF_6 代替ガス特性）	神足　将司（電力中央研究所）
9．	16:00～16:20	SF_6 代替ガス遮断器技術（開発動向、技術課題）	須貝　元樹（日新電機）
10．	16:20～16:25	質疑応答	
11．	16:25～16:30	閉会あいさつ	

司会進行：常世田　翔（三菱電機）

テキスト　電気学会技術報告 1559 号「最近の直流及び交流系統に要求される遮断器の技術動向」をテキストとして使用します。
電気学会電子図書館（https://www.bookpark.ne.jp/ieej/）で各自ご購入ください。
印刷冊子　会員 3,880 円　　会員外 5,544 円（税込・送料別）
PDF 版　　会員 5,821 円　　会員外 8,316 円（税込）
※印刷冊子の納品は，入金確認後，約 1 週間かかります。
※PDF 版の支払い方法はオンラインクレジットカード決済のみとなります。

参 加 費　会員（正員）　3,000 円（税込）　会員（准・学生員）　1,500 円（税込）
会員外（一般）　4,000 円（税込）　会員外（学生）　2,000 円（税込）

申込方法　2024 年 5 月 15 日(水)までに，電力･エネルギー部門ホームページ（https://www.iee.jp/pes/forum20240522/）からお申込みください。定員（現地会場 25 名，オンライン 150 名）に達し次第，締め切らせていただきます。
※本フォーラムでは Peatix（https://peatix.com）を利用して参加申込および参加費の支払いを承ります。

支払い方法　クレジットカード決済もしくはコンビニ決済でお支払いください。
【クレジットカード決済の場合】
・参加申込サイトで購入チケットの枚数を選択すると表示される「支払い方法を選択」でクレジットカードを選択し，決済画面に進んでください。
・Peatix から領収書は発行されませんので，カード会社から送付される「ご利用明細書」や「引き落とし明細書」または Peatix 内でダウンロードできる「領収データ」を領収書の代替としてご利用ください。なお，インボイス制度に対応した電気学会発行の領収書が必要な方は，参加申込時にお申し出ください。フォーラム終了後に電子領収書を電子メールでお送りします。
【コンビニ決済の場合】
・参加申込サイトで購入チケットの枚数を選択すると表示される「支払い方法を選択」で「コンビニ/ATM」を選択し，申込を確定してください。その後，申込完了画面またはお支払いに関する案内メールの指示に従って支払い手続きを行ってください。
・コンビニ決済の支払い期限は申込日から 3 日以内と 5 月 15 日（水）のいずれか早い日となります。この期間内にお支払いされなかったチケットは自動的にキャンセルされますので，ご注意ください。
・Peatix から領収書は発行されませんので，コンビニエンスストア店頭でお渡しする領収書をご利用ください。Peatix 内で「領収データ」をダウンロードすることも可能です。なお，インボイス制度に対応した電気学会発行の領収書が必要な方は，参加申込時にお申し出ください。フォーラム終了後に電子領収書を電子メールでお送りします。
・コンビニ決済の場合，注文 1 件あたり参加者負担で 220 円の手数料が発生します。

そ の 他　オンライン参加される方へのミーティング情報等，参加にあたっての詳細は，参加申込された際にご登録いただいたメールアドレス宛にメールでご案内します。

問合せ先　三菱電機　常世田　翔　　E-mail：Tokoyoda.Sho(at)ak.MitsubishiElectric.co.jp
三菱電機　木村　　涼　　E-mail：Kimura.Ryo(at)ds.MitsubishiElectric.co.jp
※(at)⇒メール送信時に，(at)を@に変えて送信ください。

主　　催　電気学会電力・エネルギー部門 開閉保護技術委員会
協　　賛　電気学会電力・エネルギー部門 最近の直流及び交流系統に要求される遮断器の技術動向調査専門委員会

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.

電力・エネルギーフォーラム開催のご案内

「ガス絶縁開閉装置の環境負荷低減への技術動向」

概要：1970 年代に入り本格導入された GIS は約 50 年が経過し，この間，技術の進歩は高電圧・大容量化に始まり，高信頼度化や三相一括化に見られるような小形・縮小化，経済性の向上を重ねて現在に至っている。550 kV GIS では，大容量の一点切遮断器を適用した例も多く，基幹系統における電力の安定供給に寄与しており，72/84 kV GIS では急速な小形化が進み，据付面積の大幅な縮小化など変電所建設の経済性向上に大きく貢献している。一方，地球温暖化対策など，GIS に対しても対環境性への重要度が増してきており，SF_6 ガスの取扱についての議論や，SF_6 ガスに替わる絶縁・消弧媒体としての SF_6 代替ガスに関する研究が国内外で盛んに行われていることも注目すべき動向である。この対環境性への取組として，地球温暖化係数（GWP：Global warming potential）の高い SF_6 ガスについては，国内では自主行動指針による排出削減の努力が継続されている。海外では欧州 F-gas 規制である Regulation (EU) No 517/2014 の 2020 年 2 月での改正内容，また米国カリフォルニアでの CARB（California Air Resource Board）による提案（今後 SF_6 機器を段階的に規制）の行方に関心が集まっている。

以上の背景から，対環境性を考慮した GIS に適用されている技術，および社会情勢に対応した技術，規格改正の動向などを体系的に整理した技術報告「ガス絶縁開閉装置の環境負荷低減への技術動向」を発刊するに至った。本フォーラムでは，本技術報告の内容をわかりやすく解説するとともに，将来的な課題について展望する。

日　　時　2024 年 7 月 11 日(木)　13:30～16:20

会　　場　電気学会会議室およびオンライン（Cisco Webex Meetings）によるハイブリッド開催
東京都千代田区五番町 6-2　HOMAT HORIZON ビル 8 階　TEL：03-3221-7313
JR 総武線（中央線各駅停車）市ヶ谷駅下車，徒歩 2 分

プログラム

1．	13:30～13:35	開会，主催者挨拶	
2．	13:35～13:40	総論	川東　真人（三菱電機）
3．	13:40～14:00	ガス絶縁開閉装置が環境に与える影響	清水　亮太（関西電力送配電）
4．	14:00～14:20	GIS の機器小形化の変遷と適用技術	三重堀　徹（日立エナジージャパン）
		休憩	
5．	14:40～15:10	SF_6 ガスの規制に関する動向と国際的な代替技術の議論状況	中村　圭佑（東京電力パワーグリッド）
6．	15:10～16:00	SF_6 代替ガス技術開発の状況と各国の活動状況	神足　将司（電力中央研究所） 白井　英明（東芝エネルギーシステムズ）
7．	16:00～16:20	質疑応答，主催者挨拶，閉会	

司会進行：川東　真人（三菱電機），藤岡　将広（三菱電機）

テキスト　電気学会技術報告 1561 号「ガス絶縁開閉装置の環境負荷低減への技術動向」をテキストとして使用します。
電気学会電子図書館（https://www.bookpark.ne.jp/ieej/）で各自ご購入ください。
印刷冊子　会員 2,864 円　　会員外 4,092 円（税込・送料別）
PDF 版　　会員 4,296 円　　会員外 6,138 円（税込）
※印刷冊子の納品は，入金確認後，約 1 週間かかります。
※PDF 版の支払い方法はオンラインクレジットカード決済のみとなります。

参 加 費　会員（正員）　2,000 円（税込）　会員（准・学生員）　1,000 円（税込）
会員外（一般）　2,500 円（税込）　会員外（学生）　1,500 円（税込）

申込方法　2024 年 7 月 4 日（木）までに，電力・エネルギー部門フォーラム案内ページ（https://www.iee.jp/pes/forum20240711/）からお申込みください。定員（現地会場 30 名，オンライン 200 名）に達し次第，締め切らせていただきます。
※本フォーラムでは Peatix（https://peatix.com）を利用して参加申込および参加費の支払いを承ります。

支払い方法　クレジットカード決済もしくはコンビニ決済でお支払いください。
【クレジットカード決済の場合】
・参加申込サイトで購入チケットの枚数を選択すると表示される「支払い方法を選択」でクレジットカードを選択し，決済画面に進んでください。
・Peatix から領収書は発行されませんので，カード会社から送付される「ご利用明細書」や「引き落とし明細書」または Peatix 内でダウンロードできる「領収データ」を領収書の代替としてご利用ください。なお，インボイス制度に対応した電気学会発行の領収書が必要な方は，参加申込時にお申し出ください。フォーラム終了後に電子領収書を電子メールでお送りします。
【コンビニ決済の場合】
・参加申込サイトで購入チケットの枚数を選択すると表示される「支払い方法を選択」で「コンビニ/ATM」を選択し，申込を確定してください。その後，申込完了画面またはお支払いに関する案内メールの指示に従って支払い手続きを行ってください。
・コンビニ決済の支払い期限は申込日から 3 日以内と 7 月 4 日（木）のいずれか早い日となります。この期間内にお支払いされなかったチケットは自動的にキャンセルされますので，ご注意ください。
・Peatix から領収書は発行されませんので，コンビニエンスストア店頭でお渡しする領収書をご利用ください。Peatix 内で「領収データ」をダウンロードすることも可能です。なお，インボイス制度に対応した電気学会発行の領収書が必要な方は，参加申込時にお申し出ください。フォーラム終了後に電子領収書を電子メールでお送りします。
・コンビニ決済の場合，注文 1 件あたり参加者負担で 220 円の手数料が発生します。

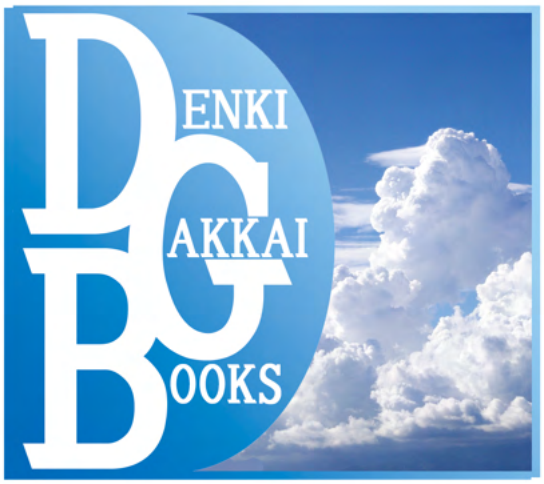
そ の 他　オンライン参加される方へのミーティング情報等，参加にあたっての詳細は，参加申込された際にご登録いただいたメールアドレス宛にメールでご案内します。

問合せ先　三菱電機株式会社　藤岡　将広　　E-mail：fujioka.masahiro(at)ab.mitsubishielectric.co.jp
※(at)⇒メール送信時に，(at)を@に変えて送信ください。

主　　催　電気学会電力・エネルギー部門 開閉保護技術委員会

協　　賛　電気学会電力・エネルギー部門 ガス絶縁開閉装置の環境負荷低減への技術動向調査専門委員会

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.



電力工学総論

石井彰三
原　築志　著

教科書新刊

電力は，再生可能エネルギー，需給逼迫など，激動の時代を迎えた。
そこで本書は，学生，技術者，社会人など電力に関心をもつ方々が，変貌する新しい電力工学の知識と理解を得られるよう，以下の点に配慮し工夫した。

・大きく拡がる電力工学の領域を網羅し，全体像を俯瞰した。
・電力自由化，分散形エネルギー源，蓄電池など，最新の内容を盛り込んだ。
・発電や送変電など各種電力設備，電力系統の基本を厳選し，物理的な意味が理解できるようていねいに説明した。

［目次］　第1章 電力とエネルギー／第2章 集中形発電／第3章 分散形発電／第4章 電力の貯蔵／第5章 交流送電と直流送電ならびに電力流通設備／第6章 単位法／第7章 電力系統の等価回路／第8章 電圧と無効電力ならびに位相角と有効電力／第9章 電力方程式と潮流計算／第10章 対称座標法と発電機の基本式／第11章 故障計算／第12章 安定度／第13章 周波数の制御および需給バランス調整ならびに電圧の制御／第14章 異常電圧／第15章 電力系統の保護

A5判　並製　268頁　定価2,640円　会員特価2,112円
ISBN 978-4-88686-319-5

【ご注文にあたってのご注意】
○ご注文はホームページの「図書販売サイト」(https://www.iee.or.jp/book-search.html)より承ります。価格は税込表示，送料が別途かかります。
○代金はクレジットカードでのお支払いとさせて頂いております。(請求書による後日払いは、企業・団体としてのお申込みか電気学会正員方のみとなります。)
○電気学会事務局で直接ご購入の場合も、クレジットカードでのお支払いのみとなります。

一般社団法人電気学会 編修出版課
http://www.iee.jp
e-mail:pub@iee.or.jp
FAX:03-3221-3704

© 2024 The Institute of Electrical Engineers of Japan.