

# 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
高校生みらい創造コンテスト	2
研究グループ紹介	11
学界情報	12
海外駐在記事	13
調査研究委員会レポート	14
用語解説／論文誌目次	15
論文委員会からのお知らせ	16
編修委員会からのお礼	17
「研究・技術功労賞」受賞 候補者推薦のお願い	18
学会カレンダー	19
図書広告	20

## 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1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いただきます

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は、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  
(B) 電力自由化  
(C) 分散型電源・新電力供給システム  
(D) 電力用機器  
(E) 高電圧・絶縁  
(F) エネルギー変換・環境

### 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

# 令和5年度電気学会高校生みらい創造コンテストの実施報告

電力・エネルギー部門編修委員会委員長  
藤岡直人

高校生みらい創造コンテストは、高校生が電気・エネルギー技術および環境問題を身近なものと感じ、我が国の基盤を支える重要な技術であることや、未来を拓く有望な技術であることを理解し、電気工学を学ぶ契機となることを期待して始めたものです。

電気・エネルギーおよび環境を対象とした実験、測定、計算、設計などを自らの発想で行った報告や高校生らしいユニークな発想の掘り起こしを求めて行っています。

今回は、全国の高等学校、工業高等専門学校13校から23編の応募作品があり、厳正な審査の結果、論旨の展開、独創性、発展性、客観性、分析力、発想力など幅広い観点から評価し、最優秀賞1編、優秀賞2編、佳作5編を選考しました。

今回も興味深く、楽しく、そしてユニークな内容の作品が数多く見受けられました。具体的には化学電池、ソリオン、形状記憶合金等に関する高度な実験、シミュレーション、考察を行なった作品がある一方で、医療や環境問題にも焦点を当て、実用化に向けて検証を行ったユニークな作品もありました。

評価の高い作品は、高校生らしい視点や考え方で課題を捉え、試行を経て積極的に自分の意見をまとめ良く述べておりました。一方で、着想は良くても考察不足であることや、文獻調査が主である作品の評価は高くなりませんでした。

今回の審査を通して、現代の高校生が電気エネルギーに関する技術や課題に対しどのように考えているのかを読み取るとともに、現代社会の誰もが関わる電気エネルギーについて、我々電気学会の会員が分かりやすく伝えていくことの重要性を再認識しました。また、コンテストに参加した高校生の中から、近い将来に、電力・エネルギー分野で活躍する研究者、技術者が現れることを期待します。

今年6月には、次回コンテストへの参加募集を開始致しますので、引き続き多くの高校生に参加願えるよう指導員の先生方および関係者のご協力をお願い致します。

最後になりましたが、本コンテストの企画・推進にあたり、共催のパワーアカデミーより多大なご支援、ご協力をいただきましたことに対し厚く御礼申し上げます。

## 令和5年電気学会高校生みらい創造コンテスト 審査結果

<b>最優秀賞</b>	福島県立福島高等学校	小山 拓希 様, 他3名
	「マグネシウムとヨウ素を用いた二次電池の開発」	指導 高橋 昌弘 先生
<b>優秀賞</b>	千葉県立船橋高等学校	世良 倅太郎 様
	「ソリオンの電氣的特性についての考察と応用」	指導 板坂 泰亮 先生
<b>優秀賞</b>	大阪府立豊中高等学校	松原 達樹 様, 他3名
	「教育の場におけるスライム電池の改良 一起電力の変動要素としてのホウ砂量の影響について」	指導 中島 聡志 先生
<b>佳作賞</b>	東京都立科学技術高等学校	瀧下 桜介 様, 他3名
	「空冷による形状記憶合金アクチュエータの反応性向上」	指導 富高 葵 先生
<b>佳作賞</b>	東京都立多摩科学技術高等学校	鈴木 悠一郎 様, 他3名
	「慣性計測ユニットを用いた筋電義手の自動制御」	指導 廣田 怜香 先生
<b>佳作賞</b>	広島県立西条農業高等学校	瀧本 皇我 様, 他7名
	「有機熱電池に関する基礎研究」	指導 古舘 蔵夫 先生
<b>佳作賞</b>	石川工業高等専門学校	岩田 和貴 様
	「LED発電の可能性について」	指導 河合 康典 先生
<b>佳作賞</b>	石川工業高等専門学校	塚崎 優華 様, 他3名
	「騒音による発電」	指導 矢吹 明紀 先生

Final Results of IEEJ Essay Writing Contest for High School Students,  
2023.  
By Naoto Fujioka.

# マグネシウムとヨウ素を用いた二次電池の開発

福島県立福島高等学校 スーパーサイエンス部

小山 拓希, 平野 陽太, 大谷 温樹, 小林 嵐

## 1. 動機および目的

現在、広く普及している二次電池として、リチウムイオン電池が挙げられる。このリチウムイオン電池は、リチウム Li を用いることで高電圧、高容量を実現している。一方、Li はその反応性や引火性の高さやその希少性による資源の枯渇などが問題視されている。そこで私たちは、誰もが安全に利用することができる二次電池を開発するため、マグネシウム Mg とヨウ素 I<sub>2</sub> という 2 つの物質に着目して電池開発を行うことにした。Mg に着目した理由としては、体積あたりのエネルギー密度が Li の約 1.5 倍であることと、海水中に豊富に含まれているため価格が安いことがあげられる。また、I<sub>2</sub> は日本が世界全体の約 3 割を生産し、チリに次いで世界で 2 番目に生産量が多い。以上のことから、Mg と I<sub>2</sub> を用いた電池はリチウムイオンバッテリーより安全で安価な代替案になりうると考えられ、また、それらは日本で自給可能であると考えられる。そこで、私たちは、Mg と I<sub>2</sub> を用いた二次電池の開発を最終的な目標として、まずは実用化可能な電圧をもつ一次電池の開発を行っている。

## 2. 電池の基本情報

先行研究までで使用していた電池の材料を図 1、電池の構造を図 2、電池の外観を図 3 に示す。上記の理由から負極にはマグネシウムリボン、正極の溶質として I<sub>2</sub> を用いた。なお、MgCl<sub>2</sub> と AlCl<sub>3</sub> は、正極と負極に共通する溶媒のトリエチレングリコールジメチルエーテル（以下トリグライム）に溶解させた後、負極側に用いる溶液 10mL を別に分け、残った 40mL の溶液に I<sub>2</sub> を溶解して正極溶液とした。なお、MgCl<sub>2</sub> と AlCl<sub>3</sub> は正極側では支持電解質として働き、負極側では錯体を形成する。

## 3. 先行研究

今までの実験では、カーボネート系溶媒にヨウ化カリウム KI を溶かして使用していたが、溶媒にトリグライム、指示電解質として無水塩化マグネシウム MgCl<sub>2</sub> と無水塩化アルミニウム AlCl<sub>3</sub> を用いることで錯体が形成され、溶媒全体の電気伝導率が上昇して端子電圧が上昇すると考え、電池を作製したところ、仮説通り従来のものに比較して性能の向上がみられた。また、この電池では溶液中に結晶が析出し、負極に Mg とはイオン半径の異なる金属を用いたところ結晶は析出しなかったため、電池内では Mg とグライム溶媒

	正極	負極	塩橋
電極	C	Mg	
トリグライム	(40mL)	(10mL)	
MgCl <sub>2</sub>		2.45g	
AlCl <sub>3</sub>		3.33g	
DEC+EC			2.5mL
ゲル化剤			0.10g

図 1 電池に用いた材料

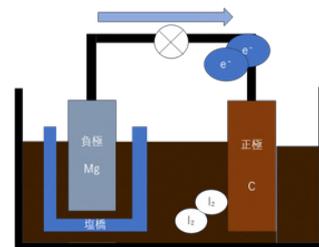


図 2 電池の構造



図 3 電池の外観



図 4 トリグライム (左) とジグライム (右) の構造式

で錯体が形成されているといえる。

## 4. 本研究

(4-1) 溶媒の変更 トリグライムよりも極性の高いジエチレングリコールジメチルエーテル（以下ジグライム）

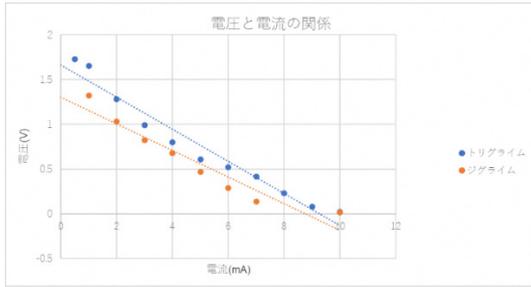


図5 〈4・1〉節の結果



図7 白色沈殿の様子

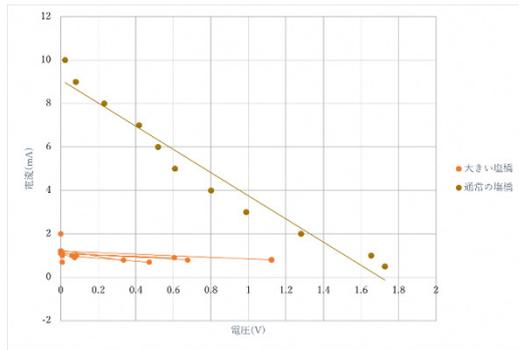


図6 〈4・2〉節の結果

の方が溶媒として適していると考え、溶媒をジグライムに変更して電池を作成した。

他の材料や分量は変えずに溶媒のみを変更して電池を作製した。この電池の性能を図5に示す。グラフの傾きがトリグライムのものよりジグライムの方が小さいため、電池の内部抵抗が低くなっていることがわかる。

**〈4・2〉 塩橋の断面積の拡大** 使用する塩橋の断面積を大きくすることによってイオンの通過効率が上がり、電池の内部抵抗が低下すると考え、断面積の大きな塩橋を用いて電池を作製した。〈4・1〉節の結果を踏まえて、溶媒にはジグライムを用いた。従来使っていたガラス管に比較して断面積が約6倍のガラス管を購入し、塩橋の厚さを従来のもものと合わせるため、用いる溶媒とゲル化剤の量は従来の6倍にして電池を作製した。

結果は図6のとおりであり、予想に反して〈4・1〉節で作製した電池に電流、電圧の値が共に劣る結果となった。これに考えられる原因として、塩橋の厚さという条件を合わせるために、塩橋自体の体積が大幅に上がってしまったことなどが挙げられる。よって、今後は断面積を大きくしたまま、厚さを可能な限り薄くして実験を行いたい。なお、以降の実験では、塩橋の大きさは従来のものと同じにして実験を行っている。

**〈4・3〉 溶液の濾過** これまでの実験で、ジグライムに溶解していた $MgCl_2$ と $AlCl_3$ はほとんど溶媒中に溶解しておらず、粒子が溶液中に浮遊しているだけの状態であった。そのため、浮遊している粒子は支持電解質としての効果がなかったり、溶解していない粒子が電池内での反応を阻害

していたりする可能性があると考えた。そこで、可能な限り溶液を攪拌して指示電解質を溶解させた上で吸引濾過を行い、溶け残った $MgCl_2$ と $AlCl_3$ を除去して電池を作製した。この実験を複数回行ったところ、初めに行った2回の実験では正常に吸引濾過を行えたものの、3回目以降の実験から濾過時に吸引漏斗の下から白色でゲル状の物質が滴って吸引瓶内に沈殿し（図7）、通常時に比べて濾過の速度が著しく低下した。

この結果から、湿度が高い時期に実験をしていたため、また、支持電解質として用いた $AlCl_3$ が強い潮解性を持つため、空気中の水と反応を起こしてしまい、白色沈殿が発生してしまったと考えた。

**〈4・4〉 白色沈殿の同定** 次に、〈4・3〉節で発生した白色沈殿の同定を試みた。〈4・3〉節の考察に述べたように、白色沈殿は電池に使用している $AlCl_3$ が空気中の水分と反応して生成された水酸化アルミニウム $Al(OH)_3$ であるという仮説をたてた。この仮説を検証するため、次の2つの実験を行った。 $Al(OH)_3$ の特徴のうち、水に不溶である、熱すると白色の酸化アルミニウム $Al_2O_3$ へと変化するという2点に着目した。まず、白色沈殿に十分な量の水を加えたところ、すぐに溶けて沈殿は確認できなくなった。次に、白色沈殿を蒸発皿に取りガスバーナーで熱したところ、灰褐色の粉末が得られた。また、この粉末は水には不溶であった。これらの結果は $Al(OH)_3$ やそれを熱して得られる $Al_2O_3$ の性質とは異なるため、仮説に反して白色沈殿は $Al(OH)_3$ ではなかったと考えられる。よって、白色沈殿の正体は、 $AlCl_3$ と同様に強い潮解性をもつ $MgCl_2$ と水やジグライムとの反応物である可能性が高いと考えられる。今回はこの実験しかできなかったが、他の物質である仮説も立てて同定の実験をしてみたい。また、グローブボックスを用いて、水や酸素を除去した不活性気体雰囲気中での実験も行いたい。

## 5. 今後の展望

本研究の結果を受けて、断面積の大きく薄い塩橋を作成したり、白色沈殿のさらなる同定実験を行ったりしたい。また、不活性ガス雰囲気中で酸素や水を除去した状態で実験を行いたい。また、エーテル系溶媒ではなくグリニャール試薬やイオン液体などを用いた実験を行うことや、塩橋の溶解を防ぐ方法について考えている。

## 謝 辞

この研究を進めるにあたって、日々研究を見守り、化学の知識全般や実験についてのアドバイスをくださった高橋昌弘先生や、研究室訪問の際に丁寧にアドバイスをくださった京都大学の安部武志教授、広島大学の宮岡裕樹特定教授に心から感謝いたします。

## 文 献

---

- (1) 英 謙二：ゲル化剤や増粘剤の開発とその特徴 (2015-7-9)
- (2) 英 謙二：イオン性液体用ゲル化剤の開発とそのイオン性液体ゲルの特徴 (特集/機械能性色素の魅力), 収録刊行物化学工業 (2004)
- (3) 大塚利行・加納健司・桑畑 進：ベーシック電気化学, 化学同人 (2007-9-20)
- (4) K. Hanabusa, et al. : Specialist Gelator for Ionic Liquids (Aug. 22, 2005)
- (5) (株) 合同資源ホームページ, <https://www.godoshigen.co.jp/learn/iodine/base/>

# ソリオンの電气的特性についての考察と応用

千葉県立船橋高等学校 理数科

世 良 倅太郎

## 1. はじめに

ソリオン (Solion) とは, Solution (溶液) と ion を合わせた造語で, その名の通り, 電解質溶液内のイオンを制御することで整流作用やスイッチング作用, トランジスタ作用などの特性を得ることができる液体電気素子である。

ソリオンはイオンの拡散を利用しているため, 固体の半導体より不安定であり, 極めて低周波でしか利用できない。しかし, 液体で動作するという利点があるため, バイオセンサーや色素増感太陽電池で利用することができる可能性がある。

そこで本論では, この液体の電気素子であるソリオンの原理を活かしてイオンを制御することで動作するトランジスタを製作し, 整流作用などの特性を得ることと, その特性を制御することを目的とする。

## 2. 実験方法

今回考えた液体内蔵電圧付三端子素子は, 図 1 のようなものである。

この素子のアノードとカソードを強く挟んで起電力と G 電圧・電流の関係を測定する。測定には Easy sense を用いて 20 ミリ秒ずつ 10 秒間 (500 サンプル) 電圧を測ったものの平均をとった。

特に今回は極板間の間隔による影響を調べるため,  $d_A = d_K$  として, 和紙の巻数 (一卷 0.1 mm) を変えて実験する。

電源装置の回路より, G に流れる電流は,

$$I_G = \frac{9R_2 - V_G(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$$

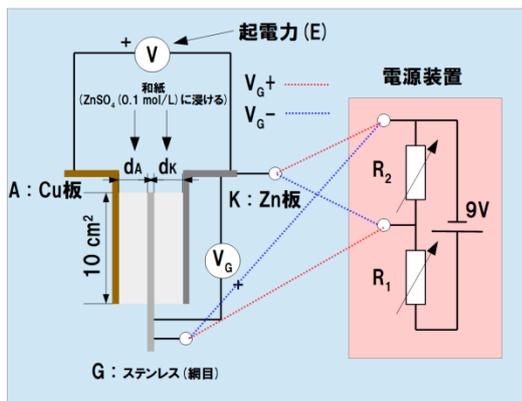


図 1

で表される。

## 3. 仮説

G 電圧が負の時, G 電極は銅板側から拡散しようとする負電荷の流れを妨げるため, 亜鉛イオンがでにくくなり, 起電力は下がると考えられる。

G 電圧が正の時は以上のようなことが起きず, 起電力は一定のままであると考えられる。

以上の二つの事から, G 電圧が正の時は電圧に対して起電力が一定で, 負の時は電圧に関係して起電力が下がると考えられるため, 整流作用が見られるはずである。

## 4. 実験結果

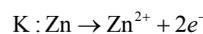
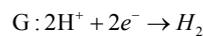
実験結果は, 図 2 のようになった。

## 5. 考察

起電力と G 電圧の関係について, 和紙の巻き数が 2 回のもので整流作用を見ることができた。巻き数が 4 回のもので見ることができなかったのは極板同士の間隔が広く, 拡散速度の影響が強くなってしまったためと考えられる。

また, 起電力と G 電流, G 電流と G 電圧の関係について, G 電圧が +8.5 V 付近で急激に起電力・G 電流が上昇している。これは, 高電圧で電気分解が起きたためと考えられる。

この現象について数値シミュレーションを行う。今回の現象において, G 電圧が負の時,



のような化学反応が起きると仮定して, この反応によってそれぞれの電極で一時間に  $b$  [mol/m<sup>3</sup>] の濃度が減ると仮定して, ネルンストの方程式より, 起電力は, 亜鉛の標準電極電位を使って,

$$E = E_{Zn}^0 + \frac{RT}{2F} \log \left( \frac{2[H^+]_A}{[Zn^{2+}]_K} \right)$$

で表さし, また, 拡散方程式を数値シミュレーションするプログラムとして, 初期条件・境界条件を今回の実験と同じように設定して付録に示すプログラムを書き, 数値計算を行うと, 図 3 の結果を得た ( $b=0.001$ ) (上は 5.5 秒経過時のそれぞれの濃度, 下は電圧の時間変化)。

この結果も示す通り, G 電圧が負の時は電圧が減少する。

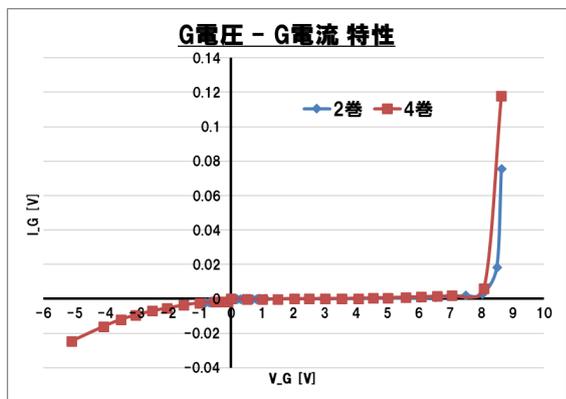
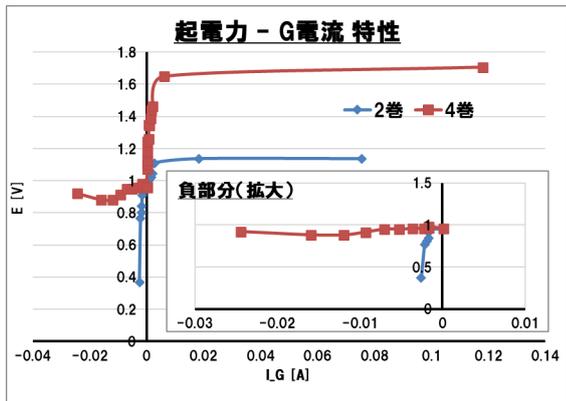
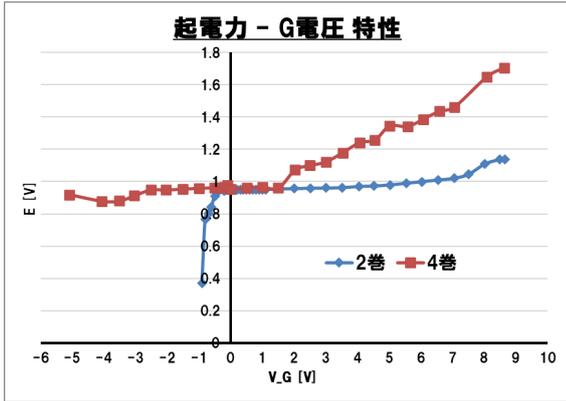


図 2

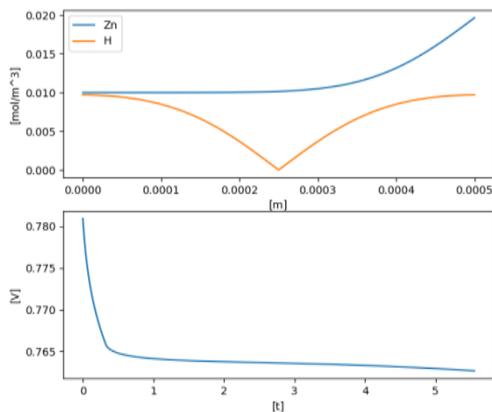


図 3

## 6. 結 論

液体内蔵電圧付三端子素子を製作し、イオンの流れを制御することで整流作用を得ることができた。また、G電極の間隔が広いほど、拡散速度の影響を受けやすいことが分かった。

## 文 献

- (1) 押田勇雄:「ソリオン —電気回路素子としての電解質溶液—」, 物理学誌, Vol.14, No.11, pp.619-625 (1959)
- (2) 押田勇雄:「ソリオン —液体エレクトロニクスへの道—」, 電気化学, Vol.28, No.9, pp.475-479 (1960)
- (3) 松尾武雄・尾上秀夫・朝倉祝治:「ソリオンダイオードの電流応答に関する研究」, 電気化学, Vol.34, No.12, pp.953-958 (1966)
- (4) 山本俊介:「電子とイオンを操る高分子材料と電気化学トランジスタ素子」, 応用物理学誌 M&BE, Vol.34, No.3, pp.116-121 (2023)
- (5) H. Letaw and J. Bardeen: “The Electrolytic Analogue Transistor”, *J. Appl. Phys.*, Vol.25, pp.600-606 (1954)

## 付 録

拡散シミュレーションプログラム (Python)

```
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
from matplotlib import animation as an

fig = plt.figure()
ax1 = fig.add_subplot(2,1,1)
ax2 = fig.add_subplot(2,1,2)

#initial conditions
c_0 = 0.01
d_0 = 0.01

#conditions
D = 10**-9
L = 5*10**-4
I = 0.1
S = 5*10**-4
E_0 = 0.763
Tm = 300
l = 2.5*10**-4
F = 96485.3321233100184
R = 8.31446261815324

#calculation conditions
dt = 0.01
dx = 10**-5
a = (D*dt)/(dx**2)
b = 0.001
k = (Tm*R)/(F)

t = 0
i_l = int(l/dx)
n = int((L/dx) + 1)
x = np.arange(0, L + dx, dx)
c_ = np.zeros(n)
d_ = np.zeros(n)
V = []
T = []

def cal(data):
    global c_0, c_m, c_p, dt, dx, a, t, n, x, c_, V, T, i_l, k, b, d_0, d_
```

```

#concentration
ax1.cla()
c = np.zeros(n)
d = np.zeros(n)
if t == 0:
    for i in range(len(c)):
        c[i] = c_0
    for i in range(len(d)):
        d[i] = d_0
else:
    for i in range(len(c)):
        if i == 0:
            c[i] = a*(c_[i+1] - c_[i]) + c_[i]
        elif i == (n - 1):
            c[i] = a*(c_[i-1] - c_[i]) + c_[i] + (b/2)
        elif i == i_1:
            c[i] = a*(c_[i+1] - 2*c_[i] + c_[i-1]) + c_[i]
        else:
            c[i] = a*(c_[i+1] - 2*c_[i] + c_[i-1]) + c_[i]
    if c[i] <= 0:
        c[i] = 0
    for i in range(len(d)):
        if i == 0:
            d[i] = a*(d_[i+1] - d_[i]) + d_[i]
        elif i == (n - 1):
            d[i] = a*(d_[i-1] - d_[i]) + d_[i]
        elif i == i_1:
            d[i] = a*(d_[i+1] - 2*d_[i] + d_[i-1]) + d_[i] - b
        else:
            d[i] = a*(d_[i+1] - 2*d_[i] + d_[i-1]) + d_[i]
    if d[i] <= 0:
        d[i] = 0
        b = a*(d_[i+1] - 2*d_[i] + d_[i-1]) + d_[i]

```

```

ax1.set_xlabel("[m]")
ax1.set_ylabel("[mol/m^3]")
ax1.plot(x, c, label="Zn")
ax1.plot(x, d, label="H")
ax1.legend()

#voltage
ax2.cla()
T.append(t)
V.append(E_0 + k * (np.log((2*d[0])/c[n-1])))
ax2.set_xlabel("[t]")
ax2.set_ylabel("[V]")
ax2.plot(T, V)

c_ = c
d_ = d
t += dt

#program
print("Initial condition : " + str(c_0) + " [mol/m^3]")
print("Diffusion coefficient : " + str(D) + " [m^2/s]")
print("Device length : " + str(L) + " [m]")
print("a value : " + str(a) + " (a shoule be less than 0.5)")
print("b value : " + str(b) + " [mol/m^3 s]")
anim = an.FuncAnimation(fig, cal, interval=(dt*10))
plt.show()

```

## 教育の場におけるスライム電池の改良

## — 起電力の変動要素としてのホウ砂量の影響について —

大阪府立豊中高等学校 文理学科

松原 達樹, 新井 結菜, 高木 広季, 中川 紗弥

## 1. 研究背景

ダニエル電池の材料である硫酸銅(II)や硫酸亜鉛は劇物であり、実験時にこれらの物質を含む水溶液がこぼれ、人体に触れると、生徒にとって危険である<sup>(1)(2)</sup>。

そのため、本校ではダニエル電池に用いる電解液をスライム状の粘性が高い状態にし、危険性を回避する研究が行われてきた。

## 2. 現状分析と課題

ダニエル電池の電解液をスライム状にした電池（以下、スライム電池という）の起電力は約 0.75 V であり<sup>(3)</sup>、起電力が小さく、簡易な電子オルゴールを鳴らすことができない。そのため、スライム電池の起電力を、ダニエル電池の起電力である 1.1 V に近づけることが課題である。

## 3. 新たな発想内容

昨年度の本校の研究では、電解液の濃度に差をつけて起電力を上げようと試みたが、起電力の変化があまり見られなかった。したがって、電解液の濃度以外を変えて、起電力を近づけることが求められる。

ここで、スライムは、ポリビニルアルコールがホウ砂に含まれる四ホウ酸イオンに架橋されることにより生じる。すなわち、ホウ砂の質量を少なくすると、架橋する四ホウ酸イオンの数も少なくなると考えられる。つまり、架橋されていない分、スライムに取り込まれる水の量が増えて、

銅(II)イオンや亜鉛イオンがより移動しやすくなり、起電力が大きくなる可能性があると考え、実験を行った。

## 4. 方法 I スライムの作成

- ① 水 10 mL と洗濯のり 10 mL を混合した溶液を作った。
- ② 80℃に加熱した水 10 mL にホウ砂を溶かしてホウ砂水溶液を作った。このとき、溶かすホウ砂の質量を 0.30 g、0.40 g、0.50 g と変えた。
- ③ ①で作った混合溶液に、②で作ったホウ砂水溶液を加えて 3 種類のスライムを作った。
- ④ 100 mL のビーカーに硫酸亜鉛七水和物 0.258 g をはかりとり、80℃の水を加えて 30 mL とした。その後、ホウ砂 1.20 g を追加して混合水溶液を作った。
- ⑤ ④で調製した混合水溶液 10 mL を③で作ったスライムに加えて、硫酸亜鉛スライムとした。
- ⑥ 硫酸銅(II)五水和物 0.225 g をはかりとり、④、⑤と同様の操作を行って、硫酸銅(II)スライムとした。

## 5. 方法 II 起電力測定

- ① シャーレに硫酸銅(II)スライムを半量、その上に銅板、その銅板の上に硫酸銅(II)スライムを半量、さらにセロハンを重ねて置いた。
- ② ①のセロハンの上に、硫酸亜鉛スライムを半量、その上に亜鉛板、さらに硫酸亜鉛スライムを半量重ねて置いた。
- ③ この構造のスライム電池の起電力を測定した。

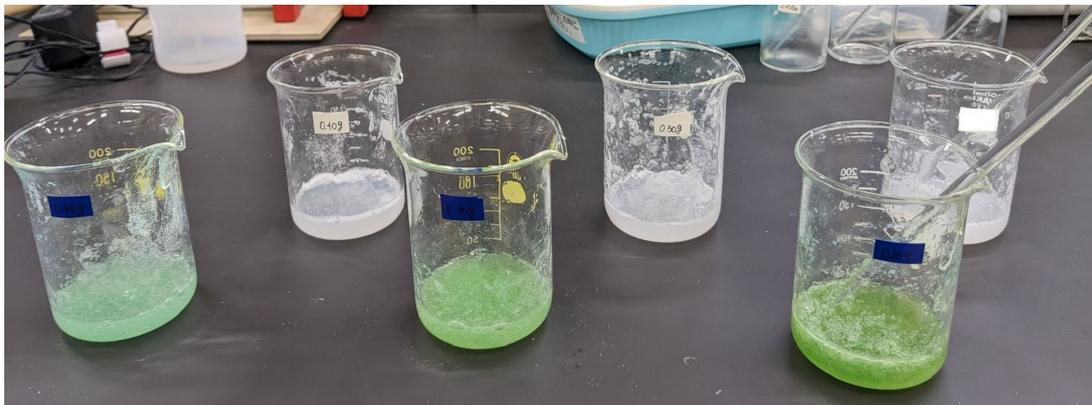


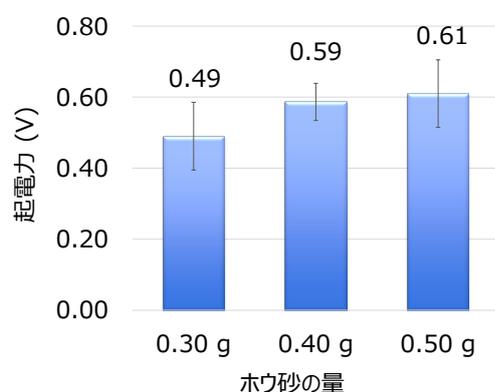
図 1 ホウ砂の質量が異なる硫酸銅(II)スライムと硫酸亜鉛スライム



図2 スライム電池の組立て

表1 ホウ砂量を変えたスライム電池の起電力の実測値

ホウ砂\回数	起電力 (V)		
	1回目	2回目	3回目
0.30g	0.32	0.50	0.65
0.40g	0.55	0.52	0.69
0.50g	0.80	0.51	0.52



カラムは起電力の平均±標準誤差 (n=3)

図3 スライム電池の起電力に対するホウ砂量の影響

## 6. 測定結果

表1にホウ砂量を変えたスライム電池の起電力の実測値、図3にスライム電池の起電力に対するホウ砂量の影響を示す。表1と図3より、ホウ砂量を増やすと起電力も増加したことがわかった。

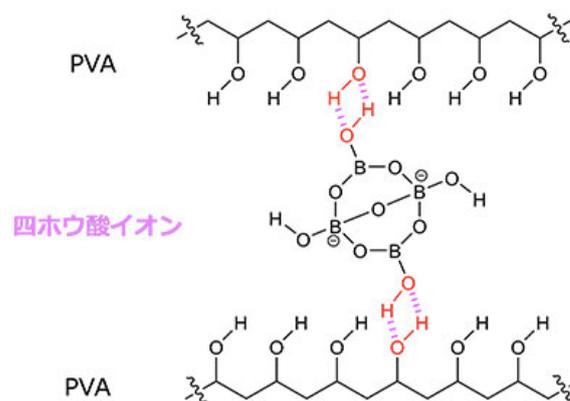


図4 スライムの架橋構造を表すイメージ図<sup>(4)</sup>

## 7. 考察

スライム電池では、図4のように四ホウ酸イオンがポリビニルアルコールを架橋することによってスライムを形成し、架橋構造中に含まれる水に電解質が溶解していると考えられる。そのため、ホウ砂の質量が少ないほど、架橋構造中に含まれる水が多く、銅(II)イオンや亜鉛イオンがより移動しやすくなって、起電力が大きくなると考えた。しかし、結果はホウ砂の質量が多いほど、起電力が大きくなった。この理由として、架橋構造の形成に関与しなかった四ホウ酸イオンなどが電流の増加に起因している可能性が考えられる。

今回、昨年の本校のスライム電池の起電力より低かったが、加熱した水を用いたスライムの攪拌作製中に気泡が発生した可能性がある。

スライム電池の起電力を上げるために、用いる水を水道水に代えて蒸留水としたり、セパレーターをセロハンに代えて寒天やろ紙を使用することも検討条件としてはと考える。

## 文 献

- (1) 厚生労働省：「職場の安全サイト：化学物質：硫酸銅(II)・無水物」, <https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7758-98-7.html>
- (2) 厚生労働省：「職場の安全サイト：化学物質：硫酸亜鉛」, <https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7733-02-0.html>
- (3) 杉本 亮，他：「教育におけるスライム電池の使用」, 豊中高等学校課題研究発表内容 (2022)
- (4) 東京農工大学工学部：「高分子の性質を探索～スライムを作って、高分子の性質を知ろう！～」, [https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/191108\\_02.php](https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/191108_02.php)

## 研究グループ紹介

# 秋田大学大学院理工学研究科 電気電子工学コース カビール研究室

カビール ムハムドウル (秋田大学)

### 1. はじめに

カビール研究室では、電気電子工学の応用分野において広範囲で人々の役に立つ研究に挑戦し、持続可能な社会の実現を目指している。具体的には、①ゴミの電力資源化、②汚染土壌の修復技術の開発、③鉱物の高電圧粉砕と④絶縁材料に関する研究を続けている。①ゴミの電力資源化を目的に、廃棄植物や廃棄微生物を用いて微生物燃料電池(MFC)を作製し、LED点灯に成功した。現在は、電力量を増やすことに挑戦している。②汚染土壌の修復技術として「水平電極式動電法(FEM-EK法)」について、ラボスケールでの成果の確認中である。③の鉱物の粉砕技術として「高電圧」を利用した際のシミュレーションを行い、高電圧粉砕の可能性を探っている。④の絶縁材料の研究には、ZnO/エポキシ複合体絶縁材料(実験)およびCVケーブルの水トリー(シミュレーション)について調べている。本稿では、この水トリーに関する研究を紹介する。

### 2. 水トリー進展に電界の影響について

送配電用の電力ケーブルは、架橋ポリエチレンを主絶縁材料とするCVケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)が使用されている。都市化が急速に進行する中で、防災、交通障害、景観等の観点から送配電線の地中化が進行している。CVケーブルの設計寿命は約30年とされているが、近年では設計寿命を超えて更新期を迎えるケーブルが増加している。CVケーブルを浸水状態で長期間運転させた場合、絶縁層内に発生する水トリーにより絶縁性能が低下し、絶縁破壊事故につながる恐れがある。そこで、ケーブル内の水トリーを特定する必要があり、当研究室では、CVケーブル内の水トリーの電気特性の実測値を基に、水トリーを模擬したCVケーブルの等価回路モデルを考案した。水トリーの進展には、その周辺の電界に依存するMaxwellの応力が関係していることが知られている。絶縁部を示す架橋ポリエチレン(XLPE)を高抵抗と静電容量を含む並列回路で示し、水トリーの等価回路には、高抵抗を電圧依存型の抵抗に変更して模擬した。この電圧依存型の抵抗の電気特性を、水トリーの電気特性の実測値を使用している。等価回路シミュレーションソフトとして、LTspice(Analog Devices社)を利用している。等価回路モデルに想定したXLPE試料の寸法は半径1mmで、高さが1mmで、水トリーは試料の上部中央から球状に発生しているものと仮定した。このモデルは回転対称性を利用しており、中心軸から半径方向に同じ部分の電気特性が一定であるため、円周方向に電位差は生じない。つまり、2次元の網目状回路のみ考慮することで、円筒形試料全体の特性を表すこ

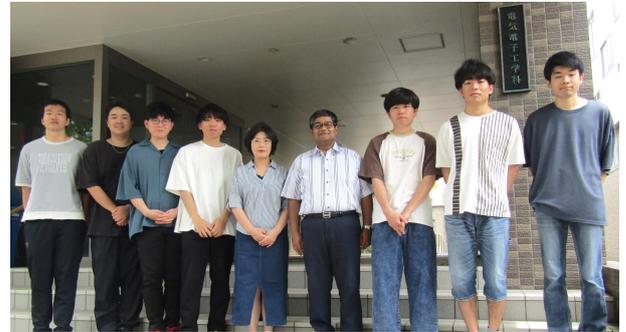
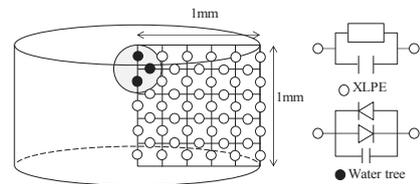
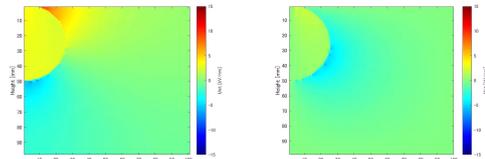


図1 カビール研究室のメンバー



(a) 水トリー劣化試料の等価回路モデル



(b) 電界分布(垂直方向)

(c) 電界分布(水平方向)

図2 電界分布シミュレーション

とができる。図2は試料のCVケーブル内で水トリーが球形に発したと仮定した場合における等価回路モデルの一例である。等価回路モデルを作成するため、LTspiceのテキスト形式のネットリスト(Netlist)機能を利用して等価回路モデルを、Visual C#環境で自作の「等価回路作成ソフト」を利用して模擬した。このソフトには、試料の寸法、分割数、回路素子、印加電圧、周波数等の条件を入力するだけで、様々な水トリーを模擬でき、同時に瞬時に等価回路モデルの作成も可能である。

### 3. おわりに

シミュレーション結果より試料内の電界を求め、電界値から電界分布を算出し、そして、これらの値をMATLABを利用して可視化した。図2には可視化した動画の写真を示すが、ベクトル表示のダイナミック電界分布の可視化にも成功しており、水トリーの進展に電界の影響が具体的かつ明瞭に知ることが可能になった。この後もさらなる挑戦を続けていきたい。

(2023年12月21日受付)

# CIGRE 2023 ケアンズシンポジウム

河内 勇輝, 加納 典明, 佐藤 優成 [関西電力送配電(株)]

### 1. はじめに

CIGRE 2023 ケアンズシンポジウムが 2023 年 9 月 4 日(月)～9 月 7 日(木)の日程でオーストラリアのクイーンズランド州北部にあるケアンズコンベンションセンターにて開催された(図 1)。

CIGRE(国際大電力システム会議)とは、電力システムの専門知識を蓄積・共有するため、1921 年にフランスで設立された会議体である。CIGRE には、研究委員会(Study Committee)と作業プログラムから構成される 16 の技術領域が存在し、それぞれの研究委員会が CIGRE の電力システムの知識の蓄積を推進し、電力システムの主要技術分野をカバーする「エンジンルーム」となっている。

### 2. シンポジウムの概要

CIGRE では、西暦偶数年にパリにて全研究委員会を対象としたパリ本部大会が、西暦奇数年に地方にて特定の研究委員会を対象としたシンポジウムやコロキウムが開催されている。今回のケアンズシンポジウムでは、11 の研究委員会(A3, B1, B3, B5, C1, C2, C4, C5, C6, D1, D2)を対象に、「エンドツーエンドの電力システム：移行、開発、統合」をテーマとして、11 の研究委員会による論文発表および 9 の研究委員会による 10 件のチュートリアルが開催され、活動成果の発表・議論が行われた。

初日のオープニングセレモニーでは、CIGRE Australia のチェアから開会挨拶があった後、「クイーンズランド州のエネルギー転換」「エネルギー転換の産業化」というタイトルで 2 本の基調講演が行われた。前者では 2035 年までに必要となる送配電設備・再エネ導入量・マンパワー等が紹介され、後者では社会的な意思疎通の必要性・政府の支援・規制による制約の改善・工業規格の構築の必要性等が述べられた。これらの基調講演は、エネルギー転換が電力システムに及ぼす影響の大きさを実感させられるものであった。

なお、論文発表については、著者が C6(配電システムと分散電源)に関するセッションに参加したため、その内容を紹介する。

### 3. 論文発表(C6 Paper, CIDER)

ケアンズシンポジウムでは C6 に関する C6 Paper と CIDER の 2 つのセッションが開催された。C6 Paper は、その名の通り、C6 に投稿された論文が発表された。CIDER は、分散電源の統合に関する会議(Conference on the Integration of DER)を意味しており、複数の研究委員会に投稿された論文の中から分散電源の統合に関与が深い論文が抽出され、その論文が発表された。

C6 Paper では、「系統利用の増加を支援するためのアク



図 1 ケアンズコンベンションセンター



図 2 弊社からの発表者(左:佐藤, 右:池本)

ティブネットワーク管理」「適切な配電システムを構築するための方法論」「コミュニティ蓄電池の試行結果や低炭素化の洞察を得るためのネットワーク可視化」等の論文が発表された。CIDER では、「DER と負荷ベンチ試験とモデリングによる将来の電力系統計画・運転および安定性解析」「配電システムにおける再生可能エネルギーの電力品質への影響」等の論文が発表された。弊社からは、C6 Paper にて「DER 活用による配電システムの過負荷解消」「低圧直流配電設備による複数電圧源の制御と地絡検証の実証」の 2 件の論文の発表を実施した(図 2)。

どの論文発表についても活発な議論が行われ、海外においても日本と同様に、電力システムのエネルギー転換(分散電源の電力システムへの統合)に対して多くの課題を抱えていることがわかった。

### 4. おわりに

2024 年は、パリ本部大会が 8 月 25 日(日)～30 日(金)の日程にて開催される。一部期間がパラリンピックと被っているためパリ市内に人が溢れることが予想されるものの、より多くの日本人が参加することを願っている。

(2023 年 12 月 21 日受付)

# 米国・サンタクララ滞在記

加賀美直久 [Hitachi Vantara : (株)日立製作所より出向]

### 1. はじめに

筆者は、2022年7月よりカリフォルニア州サンタクララにオフィスを構える Hitachi Vantara に出向しており、電力会社向けソリューションの北米市場ニーズ調査および提案活動に従事している。本稿では、米国での暮らしや交通事情・電力事情について紹介する。

### 2. カリフォルニア・ベイエリアでの生活

まず、オフィスのあるサンタクララ近郊の雰囲気について紹介したい。サンタクララは、サンフランシスコから南に 70 km (車で約 50 分程) のカリフォルニアのベイエリアに位置しており、いわゆるシリコンバレーと言われる地域にある。筆者は、赴任前まで米国についての前知識がほとんどなかったため、シリコンバレーに対して GAFA を筆頭とする IT 企業がひしめいている都会的なイメージを持っていた。しかし実際は、IT 企業やスタートアップの数はたしかに多いが点在していて、交通の便も悪いので田舎と言うほうがしっくりくる。気候については、6月から9月までは全く雨が降らずいつも快晴、夏は日本ほど湿度が高くなく、冬は雪は降らず極寒にもならないため非常に過ごしやすい。筆者は1歳になる息子がいるが、周辺に公園も多く、気候もよいため、子育てにはとても良い環境だと感じている。

### 3. カリフォルニアの交通事情

交通事情に関しては、車での移動が一般的であり、日本に比べ電気自動車の数が多く、アパートの駐車場には必ずと言ってよいほど EV チャージ可能な設備が整えられている。公共交通機関については、トラムやバス、電車の選択肢があるものの、利便性および安全性(車内の治安)の面からほとんど公共交通機関を利用していないのが実情である。最近では、サンフランシスコ近郊で完全無人の自動運転タクシーが営業を開始している。Freeway (日本で言うところの高速道路) を走行中に見かけたことがあるが、車線変更をスムーズに行って走っている姿には衝撃を受けた。

### 4. 米国の電力事情

電力事情に関しては、米国全土において電力設備インフラの老朽化や、各州での CO<sub>2</sub> 排出量削減目標 (カリフォルニアでは 2045 年カーボンニュートラルを目標) に伴う再エネ導入加速、FERC Order 2222 による分散型電源 (DER) の集合体としての市場参加に対する系統安定化や送配電連携が課題になっている。その他にも近年の異常気象・災害の増加に対する電力レジリエンス強化や、系統混雑解消など様々な課題があり、送配電計画については、規制要件に則った透明性 (Transparency) のある計画策定が求められてきている。



図1 グランドサークル周遊で訪れた Horseshoe Bend

### 5. 米国滞在中の思い出

米国の魅力の一つとして自然豊かな国立公園が数多くあることが挙げられる。筆者は先日、ユタ州、アリゾナ州、コロラド州、ニューメキシコ州の4つの州にまたがり、グランドサークルなどの人気の国立公園や大自然が集中するグランドサークルを旅してきた。ラスベガスからレンタカーを借り、4泊5日、走行距離1,000マイル(1,600キロ)の旅の中で日本では味わえないスケールの自然に出会うことができた。その旅行でのトラブルの一つを紹介したい。それはモニュメントバレーという国立公園内のホテルでの出来事だ。フロントでチェックインの際に、現在停電中であり、復旧もいつになるかわからないと伝えられた。このホテルに至るまでに、人も建物も何もない道をひたすら何百キロと車で走ってきたので、復旧に時間を要する気はしたが、ホテルからの景色と日の出が有名なホテルであったため、悩んだ末宿泊することにした。実際復旧したのは翌朝の2時で、復旧まで20時間ほどを要した。業務で実施していた北米電力市場調査の中で、電力レジリエンスを高めることが課題であることは知っていたが、旅行中に実感することになるとは思わなかった。一方、停電していたおかげで、これまでに見たことのない満天の星空を見ることができたので、結果的にはよかった。

### 6. おわりに

米国に赴任して、コミュニケーションの面や、仕事のやり方の違いなどで苦勞する点も多いが、様々な国の方と話し、今までにない価値観を知ることができたり、日本では見れない大自然を満喫したりと、とても良い刺激を受けている。残りの駐在生活も仕事、プライベートどちらにおいても充実させていきたいと思う。

(2023年12月21日受付)

# 調査研究委員会レポート

## 太陽光発電システムの持続的利用技術調査専門委員会

委員長 伊藤 雅一

幹事 植田 讓, 大竹 秀明, 幹事補佐 川崎 憲広

### 1. 調査専門委員会の背景と目的

固定価格買取制度 (FIT) の改正や、メガソーラ運用後の大量廃棄・リサイクル問題が近年現実味を帯び、太陽光発電 (PV) システムを取り巻く環境も急速に変化しつつある。PV システムの主力電源化に伴い、PV 出力推定技術や予測技術、制御技術等もますます重要になると考えられる。本調査専門委員会は、近年の動向の変化を捉えながら幅広く調査することを目的とし、2021年1月に設置した。約3年間の活動を行い、2024年3月に終了を予定している。ここでは、その一部をご紹介します。

### 2. 太陽電池モジュールのリサイクル

PV モジュールは長寿命ではあるが、設置量の急増から寿命後の大量廃棄が懸念されており、リサイクルに関する議論が高まっている。ここでは、最近導入が進みつつあるリサイクル工場の見学を、飯岡工業株式会社様 (福島県) にご協力頂き、2022年6月に実施した。この設備は、PV モジュールをセットすれば自動でアルミや分離を行うことができ、1日に数百枚処理が可能であるとのことである。見学時は工場稼働開始後すぐであったこともあり、工場内は清潔感があった。最初にモジュールのケーブルとジャンクションボックスを外し、リサイクル装置にセットすると自動で送られる。次に、モジュールを表と裏から押さえつけた状態で、フレームの外側に力をかけてフレームを外す。フレームが外されたモジュールは上下に凹凸の付いた上下でスピードが異なるローラーに送られてガラスを剥離する。結晶系のモジュールは強化ガラスを使用しているため粉々になり、下へ落下する。ガラスは振るい機と数回の風分離でゴミを分離する。分離後のガラスは触れても痛くなく、砂場等に利用可能とのことであった。

### 3. 新型の太陽電池アレイ

日本の平地面積あたりの PV 容量は世界の中でも非常に高く、ソーラーシェアリングなどの土地利用効率を高める方法が検討されている。その中でも両面受光型 PV モジュールを垂直に設置し、牧草地と併用する垂直設置型 PV システムの現地視察を行った。ご協力頂いた発電事業者は「二本松ご当地エネルギーをみんなで考える株式会社 (ゴチカン)」である。PV モジュールは LUXOR 社 (ドイツ) の両面受光型 PV モジュールを用いており、1枚の容量は 420Wp、合計容量は 49.5kW、設置方位は南北 (東西軸) である。パワコンと接続箱を経由して低圧配電線に接続されていた。垂直設置型のソーラーシェアリングとしては国内初であり、2022年3月10日に売電を開始した。モジュールの間隔は



図1 飯岡工業 (株) 様 PV モジュールリサイクル工場



図2 垂直設置型 PV システム (ゴチカン)

8~10m と広めに取っている。写真は牧草を収穫した後だったようであった。

### 4. 今後の進め方

本原稿を執筆している 2023 年 12 月は、終了に向けて技術報告の執筆を委員全員で進めているところである。まとめ次第、報告したい。

#### 委員会構成メンバ

委員長 伊藤雅一 (福井大)  
委員 池上貴志 (東京農工大), 石河泰明 (青山学院大)  
稲葉道彦 (東芝 ESS), 宇佐美章 (電中研)  
遠藤浩輝 (GS ユアサ), 大関 崇 (産総研)  
桶真一郎 (津山高専), 加藤丈佳 (名古屋大)  
河本桂一 (みずほ RT), 滝波 力 (東京電力 HD)  
田邊隆之 (明電舎), 八太啓行 (電中研)  
原 亮一 (北海道大), 福島宗次 (富士電機)  
宮本裕介 (関電工), 雪田和人 (愛知工大)  
若尾真治 (早稲田大)  
幹事 植田 讓 (東京理科大), 大竹秀明 (産総研)  
幹事補佐 川崎憲広 (東京産技高専)

重信 颯人（福井大学）

## 1. エコロジカル・フットプリントとは

エコロジカル・フットプリント（EF）とは、ある一定の人口あるいは経済活動を維持するための資源消費量を生み出す自然界の生産力、および廃棄物処理に必要とされる自然界の処理吸収能力を算定し、生産可能な土地面積に置き換えて表現する指標である。EF の単位には、「平均的な生物生産力をもつ土地 1 ヘクタール」に相当する「グローバルヘクタール (gha)」という独自の単位が用いられる。この EF は「自然の生産力は、人口増に伴って増大する人類の物的需要に見合うだけの量を十分に供給することができるだろうか」などの研究課題を探求することができる。この EF の基礎概念は、William Rees と Mathis Wackernagel らによって提唱された。

## 2. エコロジカル・フットプリントの計算

ある消費パターンを継続するために必要な土地の総面積を得るには、重要な消費カテゴリーがどれだけの土地利用に相当するか算出する。実際の計算では、主要なカテゴリーとそのカテゴリー内の主要な個々の財を選択し、絞って算出を行う。主要なカテゴリーは、政府統計に使用されているデータ分類を採用し、5つのカテゴリー（食料、住居、交通、消費財、サービス）に分けることが実用的である。地域別データあるいは全国データの総消費量を人口で割って、平均的な個人の年間消費量を算出する。また、政府統計からは生産だけでなく貿易に関する数値も得られ、(1)式のように貿易を考慮した補正純消費量を算出する。

貿易量を補正した純消費量

$$= \text{生産量} + \text{輸入量} - \text{輸出量} \dots\dots\dots (1)$$

次に、各消費財  $i$  の生産に必要な 1 人当たりの土地面積  $aa_i$  [ha] を、(2)式より算出する。これは、消費財の 1 人当たりの平均年間消費量  $c_i$  [kg/capita] を、その消費財の平均年間土地生産性  $p_i$  [kg/ha] で割って得る。

$$aa_i = c_i / p_i \dots\dots\dots (2)$$

平均的な 1 人当たりの EF 値 [gha/人] は、消費財においてそれぞれ収奪している生態系面積  $aa_i$  [ha] の総計を算出することで得る。この EF 値に調査対象集団の人口を掛けることで調査対象集団の EF 値が算出される。

総合地球環境学研究所・FEAST プロジェクトによると、日本人 1 人当たりの平均 EF 値は 4.7 [gha] であり、国内では東京都の 5.24 [gha] が最大で、最小は山梨県の 4.06 [gha] である。世界中の人間が日本平均の生活をすると、地球 2.8 個分必要であることが示されている。1961 年～2018 年の間に、日本人の人口は 34% 増に対して、EF 値は約 55% 増加した。

## 文 献

- (1) W. Mathis, 他：エコロジカル・フットプリント 地球環境維持のための実践プランニング・ツール、合同出版 (2004)
- (2) T. Kazuaki, et al.：“Decentralization & local food: Japan's regional Ecological Footprints indicate localized sustainability strategies”, *Cleaner Production*, Vol.292, No.10 (2021)

(2023 年 12 月 21 日受付)

## 目 次

## 電力・エネルギー部門誌 2024 年 3 月号

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

## 〔解説〕

電力システムの定置用蓄電池の役割が期待される EV

……田村 滋

## 〔論文〕

潮流測定器とスマートメータを用いた配電システムにおける  
実負荷と太陽光発電出力の推定法

……大井章弘, 神通川 亨, 藤本 久, 福山良和

価格構造変化を考慮したインバランス料金単価の変動  
要因に関する分析

……堀井博夫, 小畑崇弘, 瀬之口潤輔, 倉橋節也

インバータ電源大量導入時における一機無限大母線系統  
の電圧変動と送電損失に関する考察

……山田康暉, 津坂亮博, 七原俊也, 雪田和人

重心移動型フレームによる送電線点検ロボットおよび  
送電線の異常検出手法の開発 ……林 文博, 三輪昌史,

三崎幸典, 岩本直也, 武智大河

需給調整力の確保およびレジリエンス向上に向けた

レドックスフロー電池の利用法の実証

……大嶺英太郎, 村上真一, 楠瀬暢彦,

北野利一, 大岡俊夫, 柴田俊和

# 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 232 名、B2 が 162 名の計 394 名 (昨年より 7 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 2014 年 1 月から 2023 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ましたが、2023 年は 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。コロナ禍が明けたことにより、徐々に回復しているものと推測しますが、来年以降、コロナ禍前の水準に回復するかどうかを注視したいと考えています。掲載数も同様の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。2023 年の発表数は 51 件と 2022 年より増加し、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。

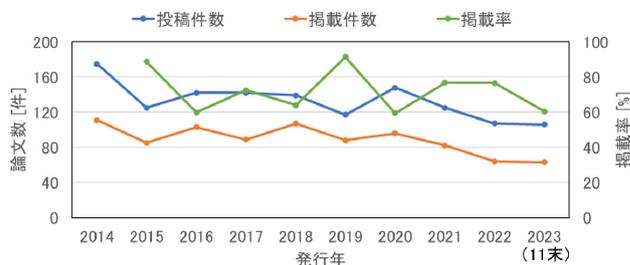


Fig. 1. Trend of paper submission and acceptance.

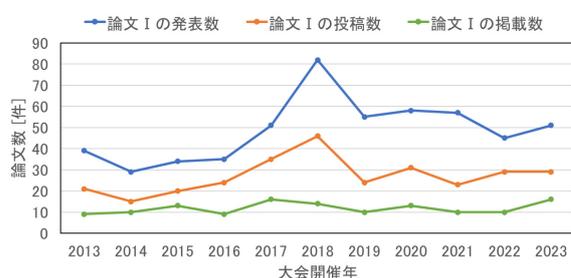


Fig. 2. Trend of paper submission and acceptance for the special issue on the annual conference.

## 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 15 年目を迎えます。旧来の紙ベースの査読期間が平均 6.80 ヶ月 (2004 年～2008 年の平均) であったのに対し、2023 年 1～12 月号の投稿から掲載決定までの平均期間は 6.48 ヶ月でした。紙ベースの時より短いものの、昨年と比較すると、論文委員会から著者へ査読結果を返すまでと、著者が査読結果を受け取ってから再提出するまでのどちらも 0.3 ヶ月長くなり、合計で 0.6 ヶ月長くなりました。査読期間の短縮は論文委員会の重要な課題であり、今後も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。

2023 年度 編修長 中村 一也 (上智大学)  
編修長補佐 山口 順之 (東京理科大学)  
B2 主査 新開 裕行 (電力中央研究所)  
(文責) B1 主査 直井 伸也 (東芝エネルギーシステムズ)

# 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5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。ここにご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。

相原 靖彦	植田 讓	甲斐 孝幸	小西 義則	千住 智信	天満 耕司	福井 聡	谷内 利明
青木 睦	植田 喜延	柿ヶ野浩明	小林 千絵	造賀 芳文	戸井 雅則	福島健太郎	矢部 邦明
青木 佳史	植西 権藏	鹿島 直二	小林 浩	祖田 直也	徳永 義孝	福山 良和	山口作太郎
赤塚 元軌	上野 秀樹	梶山 拓也	小林 靖之	田岡 久雄	徳光 啓太	藤田 吾郎	山口 大輝
安芸 裕久	上村 敏	加藤 大地	米谷 晴之	高木 雅昭	所 健一	藤田 悠	山口 順之
秋澤 淳	上村 浩文	加藤 丈佳	児山 裕史	高木 康夫	友部 修	藤本 悠	山崎 健一
秋谷 安司	宇田川佑介	金尾 則一	小和田靖之	高口 雄介	豊田 充	藤原 修平	山田 達司
浅野 浩志	内田 克己	金神 雅樹	近藤 修平	高野 浩二	内藤 健人	古澤 健	山中 章文
阿波根 明	梅村 敦史	金子 曜久	齋藤 幹久	高野 浩貴	直井 和久	北條 昌秀	山根 啓介
天野 博之	梅本 貴弘	金子 英治	坂田 学	高橋 明子	中島 達人	堀田 克輝	山納 康
新井 卓郎	浦井 一	川崎 章司	坂本 織江	高橋 一弘	中嶋 陽一	堀之内克彦	山村 直紀
新井 英樹	浦崎 直光	河内 駿介	崎元 謙一	高橋 俊裕	永田 真幸	前田 隆文	山本 和男
有田 秀哲	浦野 昌一	河野 俊介	佐々木 徹	高橋 尚之	中地 芳紀	前田 哲彦	山本 尚史
飯岡 大輔	占部 千由	河辺 賢一	佐々木 豊	高橋 広考	中西 俊貴	益田 泰輔	芳澤 信哉
飯野 穰	大澤 直樹	川又 憲	笹森 健次	高橋 雅仁	中西 要祐	又吉 秀仁	吉田 成是
池上 貴志	大島誠一郎	菊間 俊明	佐藤 学	高橋 康人	中野 智之	松宮 央登	吉田 義昭
池谷 知彦	大関 崇	北 裕幸	佐藤 賢	高橋 理音	中野 裕介	松本 航輝	吉野 智之
石井 勝	太田 浩	北野 淳一	佐藤 大記	高松 尚宏	中平 勝也	松本 洋和	吉原 徹
石川 歩惟	太田 豊	北村 聖一	佐藤 大介	竹内 敏恵	中村 勇太	松本 正晴	吉村 学
石倉 規雄	大竹 秀明	北山 匡史	佐藤 冬樹	竹松 俊彦	中山寿美枝	三浦 祥吾	由本 勝久
石田 隆張	大塚 信也	木村 紀之	佐藤 之彦	田島 克文	七原 俊也	三木 貫	與那 篤史
石野 隆一	大槻 貴司	木村 守	澤 敏之	田中 慎一	西田 義人	三木 恵	米盛 弘信
石本 和之	大嶺英太郎	桐淵 大貴	重信 颯人	田中 正志	根岸信太郎	三島 裕樹	林 強
伊藤 清太	大屋 正義	熊谷 涉	重松 浩一	田中 立二	根本 雄介	水谷 麻美	呂 莉
伊藤 智道	岡島 敬一	熊野 照久	篠原 裕文	田中 弘毅	野原 大輔	宮内 肇	脇本 聖
伊藤 誠	尾形 和哉	栗田 直幸	篠原 靖志	田中 学	橋本 篤	宮城 克徳	和田 圭二
伊藤 雅一	岡田 翔	栗原 和美	清水 洋隆	田中 康規	橋本 潤	宮崎 聡	渡邊 勇
稲垣 克彦	岡田 有功	栗原 隆史	清水 雅仁	田邊 隆之	八太 啓行	宮崎 悟	渡邊 真也
稲田 優貴	岡本 健次	小出 明	地道 拓志	田能村顕一	バトム	宮崎 輝	渡辺 雅人
井波 潔	小川 純	小岩 健太	下町健太郎	田村 滋	アッタウィリ	宮崎 保幸	渡辺 雅浩
井上 喜之	小川 忠之	神足 将司	朱牟田善治	塚本 直之	ヤヌパーブ	宮島 孝幸	渡邊 政幸
今井 隆浩	荻原 義也	古賀 佳康	庄野 貴也	月間 満	馬場 吉弘	深山 義浩	
今中 政輝	奥本 芳治	小坂 忠義	新海 健	柘植 憲治	早坂 高雅	村上 好樹	
今村 彰隆	桶 真一郎	腰塚 正	新開 裕行	辻 隆男	坂東 茂	森 正	
今盛 聡	小田 拓也	小島 寛樹	杉浦 秀昌	辻井 佑樹	比護 貴之	森 啓之	
伊与田 功	小原 伸哉	小島 康弘	杉本 仁志	津田 敏宏	彦坂 知行	森田 翔亮	
岩尾 徹	折川 幸司	兒玉 直人	鈴木 弘	恒富 邦彦	久門 尚史	屋地 康平	
岩淵 大行	織原 大	兒玉 学	関岡 昇三	坪井 敏宏	日高 和弘	安田 陽	(敬称略,
植田 俊明	恩地 俊行	兒玉 安広	関崎 真也	寺園 勝志	平野 拓一	安並 一浩	50音順)

## 令和6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

2024年4月10日（水） 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、2024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\\_r06/](https://www.iee.jp/pes/b_event_r06/)）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。



## 発変電工学総論 改訂版

教科書新刊

財満英一 編著

本書は、火力、原子力、水力発電設備、分散電源および変電設備の基礎理論から実設備・最新技術まで、写真・図を多用し、実際に携わっている技術者により執筆されています。今回の改訂では、東日本大震災に伴う原子力発電の大きな環境の変化、再生可能エネルギーや電力貯蔵など次世代の電力ネットワークには欠かせない分散電源の最新の技術動向も記述しました。大学、高専の講義に使用できるようにわかりやすく解説し、実務に携わる若手研究者、技術者にも必読書といえるでしょう。

[目次] 第1章 エネルギー資源と発電／第2章 水力発電／第3章 火力発電／第4章 原子力発電／第5章 再生可能エネルギーと分散形電源／第6章 変電設備  
A5判 並製 430頁 定価3,960円 会員特価3,168円 ISBN 978-4-88686-320-1



#### 【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。

## 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
6 <sup>th</sup> CEES 2024 (2024 The 6th International Conference on Clean Energy and Electrical Systems)	京都 (日本)	24.4.5~7	<a href="http://www.cees.net/index.html">http://www.cees.net/index.html</a>	—	23.10.10 済
IEEE SusTech 2024 (11th IEEE Conference on Technologies for Sustainability)	Portland (米国)	24.4.14~17	<a href="https://ieece-sustech.org/">https://ieece-sustech.org/</a>	23.11.1 済	24.1.31 済
IEEE PES T&D (Transmission and Distribution Conference and Exposition)	Anaheim (米国)	24.5.6~9	<a href="https://ieeet-d.org/">https://ieeet-d.org/</a>	—	23.8.20 済
CIEEC 2024 (2024 IEEE 7th International Electrical and Energy Conference)	Harbin (中国)	24.5.10~12	<a href="https://www.cieec.com.cn/">https://www.cieec.com.cn/</a>	—	24.1.5 済
The 7 <sup>th</sup> IEEE ICPS 2024 (7th IEEE International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems)	St. Louis (米国)	24.5.12~15	<a href="https://icps2024.ieee-ies.org/index.html">https://icps2024.ieee-ies.org/index.html</a>	—	23.11.17 済
SGSMA 2024 (2024 International Conference on Smart Grid Synchronized Measurements and Analytics)	Washington DC (米国)	24.5.21~23	<a href="https://blogs.gwu.edu/seas-sgsma2024/">https://blogs.gwu.edu/seas-sgsma2024/</a>	—	23.9.20 済
PSCC2024 (XXIII Power Systems Computation Conference)	Paris (フランス)	24.6.4~7	<a href="https://psc2024.fr/">https://psc2024.fr/</a>	23.6.30 済	23.9.1 済
EEM24 (The International Conference on European Energy Markets)	Istanbul (トルコ)	24.6.10~12	<a href="https://eem24.khas.edu.tr/">https://eem24.khas.edu.tr/</a>	24.1.14 済	24.3.17
CIRE2024	Vienna (オーストリア)	24.6.19~20	<a href="https://www.cired2024vienna.org/">https://www.cired2024vienna.org/</a>	23.12.8 済	24.3.15
ITEC 2024 (2024 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo)	Rosemont (米国)	24.6.19~21	<a href="https://itec-conf.com/">https://itec-conf.com/</a>	23.12.1 済	24.4.1
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	<a href="https://www.pmaps2024.com/">https://www.pmaps2024.com/</a>	—	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	<a href="https://orbit-cs.net/icee2024/index.html">https://orbit-cs.net/icee2024/index.html</a>	23.12.5 済	24.4.1
The IEEE World Congress on Computational Intelligence, IEEE WCCI 2024	横浜 (日本)	24.6.30~7.5	<a href="https://2024.ieeeewcci.org/">https://2024.ieeeewcci.org/</a>	—	24.1.15 済
IYCE'24 (2024 9th International Youth Conference on Energy)	Colmar (フランス)	24.7.2~6	<a href="https://www.iyce-conf.org/welcome">https://www.iyce-conf.org/welcome</a>	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	<a href="https://cpes2024.org/">https://cpes2024.org/</a>	—	24.1.20 済
IEEE PES General Meeting	Seattle (米国)	24.7.21~25	<a href="https://pes-gm.org/">https://pes-gm.org/</a>	—	23.11.8 済
2024 3rd International Conference on Power Systems and Electrical Technology (PSET)	東京 (日本)	24.8.5~8	<a href="http://www.pset.org/">http://www.pset.org/</a>	—	24.3.20
CIGRE Paris Session 2024	Paris (フランス)	24.8.25~30	<a href="https://www.cigre.org/GB/events/paris-session-2024">https://www.cigre.org/GB/events/paris-session-2024</a>	—	24.2.6 済
ICEM 2024 (26th International Conference on Electrical Machines)	Torino (イタリア)	24.9.1~4	<a href="https://www.symposium.it/en/events/2024/26th-international-conference-on-electrical-machines-icem-2024">https://www.symposium.it/en/events/2024/26th-international-conference-on-electrical-machines-icem-2024</a>	—	24.1.31 済
ASC (Applied Superconductivity Conference)	Salt Lake City (米国)	24.9.1~6	<a href="https://www.appliedsuperconductivity.org/asc2024/">https://www.appliedsuperconductivity.org/asc2024/</a>	24.1.17 済	—
ICLP (International Conference on Lightning Protection)	Dresden (ドイツ)	24.9.1~7	<a href="https://www.iclp2024.org/en">https://www.iclp2024.org/en</a>	—	24.2.1 済
CPESE 2024 (2024 11th International Conference on Power and Energy Systems Engineering)	奈良 (日本)	24.9.6~8	<a href="http://www.cpe-se.net/">http://www.cpe-se.net/</a>	—	24.4.10
SEST 2024 (The 7th International Conference on Smart Energy Systems and Technologies)	Torino (イタリア)	24.9.10~12	<a href="https://sest2024.polito.it/">https://sest2024.polito.it/</a>	24.2.5 済	24.3.18
ISAP2024 (Intelligent System Applications to Power Systems)	Budapest (ハンガリー)	24.9.16~19	<a href="http://www.isap-power.org/2024">http://www.isap-power.org/2024</a>	—	24.4.1
IEEE International Conference on Communications, Control, and Computing Technologies for Smart Grids	Oslo (ノルウェー)	24.9.17~20	<a href="https://sgc2024.ieee-smartgridcomm.org/">https://sgc2024.ieee-smartgridcomm.org/</a>	—	24.4.10
PVSEC-35 (The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference)	静岡 (日本)	24.11.10~15	<a href="https://www.pvsec-35.com/index.html">https://www.pvsec-35.com/index.html</a>	24.3.31	24.8.29

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