

2023 年（令和 5 年）度 奨励賞受賞者（敬称略）

2024 年 1 月 30 日の理事会にて、2023 度の奨励賞受賞者を以下の通り決定しましたのでお知らせします。

【一般部門】

論文 No. 25 大容量蓄電池や昼間運転ヒートポンプ給湯機を搭載したエネルギー自給住宅の分析
藤本卓也（大和ハウス工業株式会社）

【学生部門】

論文 No. 3 全天空画像からの 1 および 2 方向の雲の流れ方向判定法の提案
脇坂 颯（豊橋技術科学大学）

論文 No. 10 Fe/N/C 型非白金系酸素還元触媒炭素担体への窒素原子ドーピングによる酸素還元能への影響
和田悠希（東京工業高等専門学校）

論文 No. 17 太陽集熱による Zn と H₂O を用いた水素生成及び ZnO の還元サイクルに関する研究
島田健太（日本大学）

論文 No. 34 GIS を用いた PV 向けの人工林の樹齢を考慮した適地検討
高橋沙里（福井大学）

論文 No. 40 PV 大量導入時の基幹系統における系統用蓄電池の混雑緩和効果に関する分析
加藤大樹（早稲田大学）

論文 No. 43 フラッシュ光照射時のキャパシタ電圧と出力電流に基づくストリング接続された
PV モジュールの不具合診断
柿本伸之介（茨城大学）

論文 No. 52 多点測定可能な I V カーブ測定機を用いた有機薄膜太陽電池の特性評価
濱 健斗（公立諏訪東京理科大学）

論文 No. 73 光透過型有機薄膜太陽電池を用いたオイル産生藻類培養の検討
二木達朗（公立諏訪東京理科大学）

論文 No. 87 太陽光発電・蓄電池・電気自動車を連携させた ZEH 住宅の実証
数値シミュレーションによる電気の自給自足可能性についての検討
佐藤 廉（前橋工科大学）

論文 No. 88 光透過型真空断熱材の圧力上昇を抑制する製造プロセスに関する検討
宮田天和（北海道大学）

論文 No. P2 強化学習による一軸追尾両面 PV アレイの角度制御特性
Andrea Burciaga Jimenez（長岡技術科学大学）

◆◆ 2023 年度 奨励賞（一般部門） ◆◆

大容量蓄電池や昼間運転ヒートポンプ給湯機を搭載した エネルギー自給住宅の分析

藤本卓也（大和ハウス工業株式会社）

この度は、日本太陽エネルギー学会 2023 年度奨励賞（一般部門）という名誉ある賞を賜り、大変光栄に存じます。2021 年度、2022 年度と一般部門の受賞者が選出されなかった中、今回弊社が取り組んできた研究成果が選出いただけたことを大変うれしく思います。本研究を評価していただきました審査委員の皆様や学会関係者の皆様に対し、心から御礼申し上げます。

近年、カーボンニュートラルの実現に向け、太陽光発電 (PV) システムの導入量が増加していますが、電力システムの安定性の観点から、PV で発電した電力をできる限り自家消費することが推奨されています。また PV の固定価格買取制度においても、年々買取価格が低下しており、需要家の経済性の観点でも自家消費化が求められています。弊社は、このような世の中の動きに対し、効率的なエネルギー利用が可能で、レジリエンス性の高いまちづくりを行ってきております。その一つとして、環境モデル都市である愛知県豊田市で 2017 年に建設・販売をしたセキユレア豊田柿本での「エネルギー自給住宅」があります。

本研究では、大容量 PV の発電電力を直接活用する大容量蓄電池および昼間運転ヒートポンプ給湯機を導入した「エネルギー自給住宅」に関し、実使用環境で実測をすることで、大容量蓄電池および昼間運転ヒートポンプ給湯機が電力自給率および PV 自家消費率に及ぼす影響について評価しています。その結果、「エネルギー自給住宅」は電力自給率 58%、PV 自家消費率 54%であり、電力消費量の半分以上を PV の発電量で賄うことが可能であり、また PV 発電の余剰電力の割合を半分に抑制し得ることを明らかにしました。今回、蓄電池および昼間運転ヒートポンプ給湯機の有効性を定量化したことで、今後のエネルギー自給住宅の進展に寄与するものと考えています。

今後も今回の受賞を励みに、エネルギーの地産地消やカーボンニュートラルの実現に向けて精進して参ります。

最後になりましたが、研究発表会の際に貴重なご意見をくださった皆様をはじめ、関係者の皆様へ御礼申し上げます。また、日本太陽エネルギー学会の益々のご発展を心よりお祈り申し上げます。

◆◆ 2023 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

全天空画像からの 1 および 2 方向の雲の流れ方向判定法の提案

脇坂 颯（豊橋技術科学大学）

この度は 2023 年度日本太陽エネルギー学会奨励賞（学生部門）を賜り、誠にありがとうございます。このような栄誉ある賞に選出いただいたことを大変光栄に存じます。また、本研究を評価して下さった審査員の皆様、表彰委員会の方々、ならびに学会関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

太陽光発電は雲影によって短期間で急激に出力が変動します。その短期的な変動を予測する手段として、時間分解能の高い地上観測が有効です。この観点から我々は、発電所の周囲に天空カメラと日射センサを多点配置し、特定発電所での日射量予測を行う予測システムの開発を行っています。本システムでは、撮影された天空画像から雲の流れ方向を、日射センサ間の日射変化から雲の速さや濃さを算

出することで、日射量を予測します。一方で、これまで本システムでは、雲の流れとして「単層」の雲しか考慮されていませんでした。しかし、実際には「多層」の雲となることも多く、発電量が多くなる時にも多層の雲が発生する [T. Bando et al., Renew. Energy Environ. Sustain. 8, 128 (2023)] ことから、多層の雲を考慮した予測システムの開発が必要になります。

そこで、今回の論文では、単一カメラにより撮影された天空画像から、2 方向までの雲の流れ方向を簡易的に推定するシステムを開発しました。具体的には、連続した天空画像からオプティカルフローを導出し、その結果の角度分布について方向統計学の円周標準偏差を用いた閾値法により 1 方向か 2 方向

かを判定して、2方向までの雲の流れ方向を推定できるようにしました。その際に、オプティカルフローの精度が重要となるため、多層雲の流れ方向の推定に適した手法について比較検討も行い、その結果、DeepFlow が適しているということもわかりました。今後も本研究のさらなる発展に貢献できるように、今回の研究発表会で気付くことができた研究の

改善点も踏まえながら、誠意努力する所存です。

最後になりましたが、熱心にご指導いただいた豊橋技術科学大学の滝川浩史教授、坂東隆宏助教、本研究を進めるにあたりご協力を頂きました株式会社エイムの皆様、共著者である滝川研究室の伊藤翼氏、宮原由紀氏にこの場を借りて心より感謝申し上げます。

◆◆ 2023 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

Fe/N/C 型非白金系酸素還元触媒炭素担体への窒素原子ドーピングによる酸素還元能への影響

和田悠希（東京工業高等専門学校）

この度は、2023 年度日本太陽エネルギー学会奨励賞を賜り誠にありがとうございます。このような名誉ある賞に選出して頂いたことを大変光栄に思っております。本論文を評価していただいた貴学会の関係者の皆様に心よりお礼申し上げます。

近年、地球温暖化の進行に伴い温室効果ガスである二酸化炭素を排出しないエネルギー変換デバイスである燃料電池の研究開発が精力的に行われおります。中でも、比較的低温域で動作する固体高分子形燃料電池（PEFC）は自動車用の電源として非常に有望であり自動車会社などを初め様々な産業界より販売が行われております。一方で、PEFC には高価で資源量の少ない白金触媒が使用されているなどの問題点があり、白金に代わる高い酸素還元活性を有する非白金酸素還元触媒の開発が必要です。現在、非白金触媒として Fe-N-C 型触媒や窒素ドーピングされたカーボンナノチューブ・グラフェンの研究が注目されています。

本研究では、ケッチェンブラックにアンモニア下で熱処理を行うことで窒素ドーピングを行った炭素担体に、触媒原料を吸着させ、当研究室オリジナルの密閉容器及び管状炉による 2 段階熱処理をすることで Fe-N-C 型触媒を調製し、酸素還元活性への窒素ドーピングの影響について検討いたしました。その結果、立ち上がり電位が最大 0.031 V 増加し活性の向上が確認されました。また、キャラクタリゼーションの結果から、Fe-N 構造が活性点であることが示唆されました。本研究結果が、更なる高活性な酸素還元活性の開発の一助になれば幸いです。

最後になりましたが、学会発表の際に貴重なご意見を賜りました皆様方、研究を進めるうえでご指導して頂きました東京工業高等専門学校の城石英伸教授、TEM 観察をしていただきました東洋大学の蒲生西谷美香教授、白石美佳博士、松本遥様にこの場をお借りして深く御礼申し上げます。

◆◆ 2023 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

太陽集熱による Zn と H₂O を用いた水素生成及び ZnO の還元サイクルに関する研究

島田健太（日本大学）

この度は 2023 年度日本太陽エネルギー学会奨励賞（学生部門）を賜り、誠にありがとうございます。本研究を評価して下さった審査員の皆様、表彰委員会の皆様ならびに学会関係者の皆様におかれましては深く御礼申し上げます。また日頃からご指導いただきました木村元昭教授、秋元雅翔助教および研究室の皆様方におかれましても、この場をお借りして御礼申し上げます。

持続可能な社会の実現に向けて再生可能エネルギーの導入拡大・技術向上は喫緊の課題であり、特

に太陽エネルギー利用技術は温暖化対策における二酸化炭素削減の面においても重要で、カーボンニュートラル・脱炭素化に向けた再生可能エネルギーという観点からも大きな注目を集めています。

本研究論文では、太陽光をフレネルレンズで点集光して得られる高温熱源と水と亜鉛の金属酸化反応を利用した水素生成サイクルにおける水と亜鉛の反応特性について報告したものです。本サイクルは、太陽光をフレネルレンズを用いて点集光し、ステンレス製反応管内部の亜鉛を加熱し蒸発させ、そこに

過熱蒸気（水）を注入して反応させることで酸化亜鉛と水素が生成されます。その後、生成された酸化亜鉛を再度太陽光を集光して加熱することで、酸化亜鉛から亜鉛を還元するサイクルです。従来の太陽光の代わりに熱源として電気炉を使用し、供給する亜鉛量や水量、水を注入するタイミングを変化させて水素生成を行い、得られる発生ガスの水素濃度から化学反応特性を評価しました。その結果、理論上亜鉛が反応するために必要な量より過剰量の過熱蒸

気を供給し、亜鉛が蒸発直後に過熱蒸気を注入することで発生ガスの水素濃度の向上が見られました。本サイクルの実用化に向けて本研究の結果を活かして今後は、化学反応特性を考慮した反応容器を製作し、水素生成量の向上や連続的なサイクルとして達成できるよう実験・調査を続けていきたいと思えます。今回の受賞を励みにこれからも研究を進めてまいります。

◆◆ 2023 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

GIS を用いた PV 向けの人工林の樹齢を考慮した適地検討

高橋沙里（福井大学）

この度は日本太陽エネルギー学会 2023 年度奨励賞（学生部門）を賜り、誠にありがとうございます。

本研究は有限会社吉富電機の吉富政宣様と福井大学の伊藤雅一准教授のご指導のもとで行われたものであり、終始懇切なご教示とご鞭撻を賜りました。奨励賞のご連絡を頂きました際、研究をご一緒させていただけるだけでも身に余る光栄であるのに、さらにこのような栄誉ある賞を頂いていいのだろうかと思惑してしまいましたが、吉富様と伊藤先生にご指導頂いた研究が評価していただけたことを、とても嬉しく思います。ご評価くださった審査員の皆様、並びに学会関係者の皆様に深く御礼申し上げます。

2050 年カーボンニュートラル達成のため、再生可能エネルギーの代表格である PV には更なる追加導入が求められています。しかし平地の少ない我が国では、すでに平地面積あたりの PV の導入容量は世界一であり、更なる追加導入には新たな適地の選定方法が必要になります。また別の所では、人工林の増加が様々な問題を引き起こしています。戦後、拡大造林が行われてきましたが、一部の木材として

使用されるはずだったスギやヒノキが放置され、花粉症人口の増加、半自然草原の減少に伴う植生破壊、人工林による害獣の通路化による獣害被害の増加等を引き起こしています。そこで本研究では、高齢化した人工林を対象として PV の新たな設置場所としての可能性評価を行っています。これは PV の追加導入確保と、人工林増加の 2 つの問題を同時に解決する糸口であり、また荒廃した人工林をアレイ外縁に草原を広げた PV に置き換えることによる“自然を涵養する PV”という可能性も提示しています。

検討の結果として、林齢 50 年以上の人工林には、発電容量、半自然草原の回復ともに高いポテンシャルが見いだせることを示しました。本研究が PV の更なる発展の一助となれば幸いと存じます。

最後になりますが、本研究を進めるにあたりご指導いただきました伊藤先生、吉富様、並びに森林簿のデータをご提供いただきました福井県農林水産部森づくり課の高木様、そして電力システム研究室の皆様へこの場をお借りして心より感謝申し上げます。

◆◆ 2023 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

PV 大量導入時の基幹系統における系統用蓄電池の混雑緩和効果に関する分析

加藤大樹（早稲田大学）

この度は 2023 年度日本太陽エネルギー学会奨励賞をいただきまして、誠にありがとうございます。このような栄誉ある賞を賜り、大変光栄に思っております。本論文を評価して下さった審査員の皆様や表彰委員会の方々、並びに学会関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

近年、カーボンニュートラルの実現に向けて、太

陽光発電（PV）などの再生可能エネルギーの導入が推進されています。しかし、太陽光発電や風力発電は自然現象を利用して発電することから、発電量が天候に左右され不安定であるという欠点があります。このような不安定性・不確実性によって、電力系統を運用する上で様々な問題の発生が懸念されています。

本研究では、送電線に流れる電力が運用上の上限を超えてしまう「系統混雑」と呼ばれる課題に焦点を当て、昨今導入が進められている系統用蓄電池の混雑緩和効果について分析を行いました。解析では、気象庁が提供するメソ数値予報モデル GPV (MSM-GPV) に含まれる日射量予報値を活用し、東日本の電力系統を模擬したモデルに対して PV を導入しました。そして、PV を導入した電力系統モデルを対象に、現実における系統混雑解消の流れを模擬したシミュレーションを実行しました。最終的に、シミュレーション結果を系統用蓄電池あり・なしの 2 パターンで比較することで、蓄電池の有無が系統混雑

に及ぼす影響を分析しました。比較の結果、蓄電池の導入による混雑緩和効果が定量的に確認されました。今回は蓄電池の配置を均等にして解析しましたが、今後は研究発表会で頂いたご意見を基に蓄電池の設置場所・容量の最適化を行ってみたいと考えています。今回いただいた賞を励みに、より一層精進してまいります。

最後となりましたが、本研究を進めるにあたりご指導いただきました若尾真治教授及び若尾研究室の皆様、ご協力を賜りました東芝エネルギーシステムズ株式会社の山崎朋秀様をはじめとする共著者の方々に心より御礼申し上げます。

◆◆ 2023 年度 奨励賞 (学生部門) ◆◆

フラッシュ光照射時のキャパシタ電圧と出力電流に基づく ストリング接続された PV モジュールの不具合診断

柿本伸之介 (茨城大学)

この度は、2023 年度日本太陽エネルギー学会奨励賞 (学生部門) を賜り、誠にありがとうございます。このような荣誉ある賞に選出いただき、大変光栄に存じます。本研究を評価してくださった審査員の皆様、学会関係者の皆様、並びに研究発表会当日に活発なご議論をいただいた座長をはじめとした参加者の皆様に、心より御礼申し上げます。

太陽光発電 (PV) システムの導入が世界的に増加している中で、長期間運用されている PV モジュールには不具合が発生するといった報告が挙がってきております。不具合が発生すると、発電性能が低下し、経済的な損失につながります。しかし、現在主流となっているメンテナンス手法は、PV システム全体の不具合を検出するものが多く、モジュール単位での不具合検出技術は数が多くありません。PV システムの中で不具合のあるモジュールが特定できれば、不具合モジュールのみを交換することで運用コストを低減することが可能です。

このような背景から、本研究では、キセノンフラッシュ光とキャパシタを用いて、フラッシュ光照射時のキャパシタ電圧と出力電流に基づく、ストリング

接続された PV モジュールの不具合診断手法について提案しました。具体的には、あらかじめ検出用ダイオードを接続した PV システム内のストリングに対して、フラッシュ光を評価対象モジュールに次々に照射し、8 回照射時のキャパシタ電圧、1 回照射時の出力電流、1 回照射時のキャパシタ電圧を診断指標として、モジュール単位の不具合検出を行う手法となっております。提案手法では、腐食による直列抵抗の増加、表面汚れによる光量低下、バイパスダイオードの短絡故障の 3 種類の不具合を模倣し、シミュレーションと実証実験において、不具合の種類が検出できることを示しました。本研究の成果が、PV システムの安全かつ経済的な運用に貢献できることを願っております。

最後になりますが、本研究を進めるにあたり、丁寧なご指導、ご鞭撻を賜りました本学指導教員の田中正志准教授、また大変有益なご助言をいただきました、滋賀県立大学の乾義尚教授、並びに本学エネルギーシステム研究室の皆様に、この場を借りて深く感謝いたします。

◆◆ 2023 年度 奨励賞 (学生部門) ◆◆

多点測定可能な IV カーブ測定機を用いた有機薄膜太陽電池の特性評価

濱 健斗 (公立諏訪東京理科大学)

このたびは、奨励賞を授与していただいたこと、推薦して下さったこと、執筆において多大なるご協力をいただいた渡邊先生にあらためてお礼申し上げます。自身の成果が公の評価を得られたことは光栄に思うと同時に、今後の励みとなります。

まず、ソーラーマッチングは有機薄膜太陽電池(OPV)の波長選択性を用いて作物の成長に必要な光を透過し、あまり必要でない光で発電することで植物の育成に支障をきたさない考え方です。このソーラーマッチングは実用化に向けて様々な検討がなされています。その中でも私は、OPVの設置場所における発電特性について定量的な評価やOPVと蓄電池を組み合わせた蓄電システムの検討が必要不可欠であると考えました。

OPVの設置場所における発電特性について評価するためには、太陽電池の発電特性を測るI-Vカーブトレーサーが必要となってきます。そこで、I-Vカーブトレーサーの仕様と価格について既存製品と論文を調査してまとめてみると、OPVの発電特性を計測できる測定機は高価なものでした。これらの測定機を用いて、農地や建築物に設置した複数枚のOPV発電特性を調査する際に、膨大な実験コスト

を要することが考えられました。

以上のことから本研究はガラス温室を模したミニチュアハウスを用い、ソーラーマッチングに適した蓄電システム作製のため、軽量で光透過性を持つOPVの設置場所において異なる光環境下の発電特性を評価することを目的としており、この評価を行うために安価で多点計測が可能なI-Vカーブトレーサーを作製・開発しました。

作製した測定機に使用した部品価格は約6000円と既存製品と比べて1/50以下の価格であり、最適動作電力を対象として既存製品と比較した際には誤差が約1%でした(10cm角、変換効率1.13%のOPVに300W/m²の光強度を照射した際)。また、この測定機を用いて異なる光環境に設置したOPVの発電電力量を計測することが可能であることを明らかにしました。さらに、この測定機を用いることでOPV以外の太陽電池の多点同時計測にも応用が可能であることを示唆しました。

改めて、奨励賞を授かり、心より感謝申し上げます。今後は新たな目標に向かって邁進し、自己成長を続けていきます。

◆◆ 2023 年度 奨励賞 (学生部門) ◆◆

光透過型有機薄膜太陽電池を用いたオイル産生藻類培養の検討

二木達朗 (公立諏訪東京理科大学)

この度は、2023年度太陽エネルギー学会研究発表会における奨励賞を授与いただき、心より感謝を申し上げます。この荣誉ある賞の受賞により、私の研究に対する姿勢やこれまでの努力が認められ、益々研究に情熱を注ぐ意欲が湧いて参りました。

私の研究は藻体の準備から太陽電池作製、評価と多岐にわたるプロセスを経て実施をさせて頂いております。本研究の成果は私一人の努力だけでは成り立たず、研究活動において熱心なご指導を賜りました渡邊康之教授、種菌及び培地の提供や知見をご提供頂きました電源開発株式会社様、そしてサポートをいただいた全ての方々のご協力の賜物です。この場をお借りして、ご協力を承りました皆様に深く感謝の意を表します。今後も期待に応えられるよう、一層の努力を惜しまず、研究に取り組んで参ります。

本研究は、有機薄膜太陽電池による発電と藻類バイオマス燃料生産を両立させることで製造コストやエネルギー収支比の改善を目的としており、カーボ

ンニュートラル社会の実現をはじめとする社会課題の解決への寄与が期待されております。社会課題に対する解決策の新たなアプローチの1つとして、学会の皆様から高い評価を頂戴できたことを大変嬉しく思います。また、本研究は微細藻類に焦点を当てておりますが、有機薄膜太陽電池の持つフレキシブル性や波長選択性は、様々な社会課題の解決において更なる可能性を秘めているものだと考えております。これまでの努力が実を結んだことを嬉しく思うと同時に、今後は照射光に対する光利用効率の向上や更なる生産性の向上など、一層の研究に励んで参りたいと思います。

最後となりますが、研究発表会を主催し、このような場を提供していただいた学会の皆様へ心より感謝を申し上げます。更なる自己成長と研究の発展に向けて、精進して参ります。今後とも学会との連携を深め、共に発展していけるよう努めて参ります。

◆◆ 2023 年度 奨励賞 (学生部門) ◆◆

太陽光発電・蓄電池・電気自動車を連携させた ZEH 住宅の実証
数値シミュレーションによる電気の自給自足可能性についての検討

佐藤 廉 (前橋工科大学)

この度は 2023 年度太陽エネルギー学会奨励賞 (学生部門) を頂き、誠にありがとうございます。本研究を評価して下さった審査員の皆様、並びに学会関係者の皆様に対して深く感謝申し上げます。

近年、地球温暖化などにより環境負荷の低減が求められ、住宅においては太陽光発電が急速に普及しつつありますが、発電した電気は日中しか使用できず、その多くは電力会社に売電するのが現状です。しかし、2019 年以降、固定価格買取制度 (FIT) が順次終了し、売電価格も年々低下していることから、今後は蓄電池を利用し自家消費率を向上させることが経済的に優位となると考えられます。更に最近では、大容量の蓄電池として電気自動車と連携させるシステムも注目されてきていますが、その実証データは少ないというのが現状です。そこで本研究では太陽光発電・蓄電池・電気自動車を備えたモデル住宅を対象に実測調査と数値シミュレーションを実施し、本連携システムの有効性についての研究を行っています。

本論文では、昨年発表した実測調査の結果を元に数値シミュレーションモデルを構築し、実測結果と

の比較を行うことで計算精度の検証を行った上で、条件を変更した場合の計算結果について報告しました。計算精度については、概ね良い一致が見られました。また、今回の計算条件は、太陽光発電 5kW、蓄電池 5.6kWh、電気自動車 40kWh を一般的な容量として電気自動車の走行は考慮せず、電気自動車の容量を 60kWh に増やした場合と 20kWh に減らした場合で計算を行いました。結果より、容量が最も多くなる条件で自給率は最大となりますが各ケースで大きな差はなく、電気自動車の価格を考慮すると、太陽光発電 5kW、電気自動車の走行なしの場合では電気自動車の容量 20kWh で十分であると分かりました。今後は、電気自動車の走行を計算モデルに導入し、太陽光発電・蓄電池の容量も変化させて計算を行うことで、最適な連携システムの容量と運用方法を検討する予定です。

最後になりますが、本研究を遂行するにあたりご協力いただきました株式会社石田屋の皆様、そしてご指導いただきました前橋工科大学の三田村輝章准教授にこの場をお借りして深く御礼申し上げます。

◆◆ 2023 年度 奨励賞 (学生部門) ◆◆

光透過型真空断熱材の圧力上昇を抑制する
製造プロセスに関する検討

宮田天和 (北海道大学)

この度は 2023 年度太陽エネルギー学会奨励賞 (学生部門) を頂きまして、誠にありがとうございます。このような栄誉ある賞に選出していただき大変光榮に存じます。本研究を評価して下さった審査員の皆様、表彰委員会の皆様、並びに学会関係者の皆様に深く御礼申し上げます。

既存建築物の ZEH 化・ZEB 化には高断熱化が重要であり、特に窓面などの開口部の断熱が必要不可欠となっています。しかし、市販の高断熱ガラスは高価で施工費用も必要という課題があります。本研究室ではこれまでにフレーム型の芯材を透明なガスバリア袋に入れて真空封止することで、断熱性能をもつ真空層を設けた光透過型真空断熱材 (TVIP) の研究を行ってきました。TVIP は安価で製造可能で、既存の建物の窓ガラスに直接貼り付けるなど簡

易に設置することができ、単板ガラスの熱貫流率を $1.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 以下に向上できる可能性を有しています。しかし、真空断熱材内部の圧力が上昇すると断熱性能が低下しますが、外部からの大気の侵入に比べて内部の芯材等からのガス放出が格段に大きく、これを低減する必要があります。本研究では蓄積法によるガス放出定量化実験を実施し、ガス放出低減に寄与する加熱や吸着剤の効果を評価しました。結果として 8 時間の加熱、吸着剤を二つ同封することにより、これらが無い場合と比べ積算ガス放出量を 2.6% に低減でき、圧力上昇を 1Pa 程度に抑えることができました。本発表後の研究では、真空引き時間の延長、加熱の有無、吸着剤の種類や個数、外袋の真空乾燥など様々な条件を設けて実験を実施し、1Pa 以下を達成した条件を 31 得ることができ

ました。また 1Pa 以下を達成した条件の傾向を明らかにし、その費用を比較しました。

最後となりますが、本研究を行うにあたり多大なるご指導を頂きました北海道大学の葛隆生准教授、環境システム工学研究室の皆様がこの場をお借りし

まして、深くお礼申し上げます。また本研究の一部は大成学術財団研究助成により得られました。記して感謝の意を表します。日本太陽エネルギー学会の益々のご発展を心よりお祈り申し上げます。

◆◆ 2023 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

強化学習による一軸追尾両面 PV アレイの角度制御特性

Burciaga Jimenez Andrea（長岡技術科学大学院）

この度は、2023 年度日本太陽エネルギー学会奨励賞（学生部門）を賜り、誠にありがとうございます。このような栄誉ある賞に選出して頂いたことを大変光栄に思うとともに、本研究を評価して下さった審判員の皆様、ならびに表彰委員会の方々や学会関係者の皆様にご心より御礼申し上げます。

追尾式太陽電池システムは、太陽の位置に応じて角度を変えることで、最大の発電量を得ることができます。最近、追尾架台に両面 PV アレイを搭載したシステムが注目されています。しかし、裏面でも発電できるため、太陽正対追尾制御では常に最大発電量になるとは限りません。発電量向上に向けたアプローチとしては解析モデルによるシミュレーションが挙げられますが、設置環境、季節、日時、天候、架台や隣接アレイによる部分影など、考慮すべき因子が多いため、モデルベースのアプローチには限界があります。

本研究室の先行研究では、深層強化学習の Double Deep Q Network (DDQN) を用いた最適角度の決定アルゴリズムを開発し、2年間のシミュレーションにより、深層強化学習を用いた角度制御が従来の太陽追尾制御よりも優れていることを確認

しました。

本研究では、Dueling DQN と Soft Actor Critic (SAC) という 2 つの AI アルゴリズムを用いた最適角度の決定手法を開発し、隣接アレイによる遮光が生じる条件下での両面 PV アレイの角度制御の有効性を確認しました。2年間のシミュレーション結果から、DDQN と比較すると、Dueling DQN の発電量比率はわずかに高かったものの、SAC は低いことが分かりました。また、Dueling DQN の学習は DDQN よりも速かったことから、現時点での最適なアルゴリズムは Dueling DQN であることが確認されました。強化学習制御 (DDQN, Dueling DQN) は太陽追尾制御を上回り、隣接アレイからの影がある状況でも優位性が示されました。今後は実験により強化学習の優位性を検証する予定です。また、営農型などのより複雑な最適化が必要になる場合についても検討したいと考えています。

最後となりましたが、本研究を遂行するにあたり、ご指導いただきました長岡技術科学大学の山田昇教授にご心より感謝申し上げます。そして、日頃の研究室生活において御指導、御協力いただいた山田研究室の皆様にご深く感謝致します。