

◆◆ 2022 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

B のイオン注入法による p-BaSi₂ 膜の作製および太陽電池応用

青貫 翔（筑波大学）

この度は 2022 年度太陽エネルギー学会奨励賞（学生部門）を賜り、身に余る光栄です。本研究を評価していただいた審査員の皆様、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、海外在住にあたり、オンラインでの発表にご対応いただきまして、誠に有難う御座いました。

本研究論文は、Si 基板上に形成した BaSi₂ 薄膜への B のイオン注入による p 型伝導制御と太陽電池応用について報告したものです。カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電の基幹エネルギー化が進んでいます。これまで、大規模な太陽光発電所として太陽電池は普及してきました。今後は、太陽電池が建物や車などに組み込まれ、普及すると予想されます。あらゆる場所に設置でき、さらなる変換効率の向上が次世代の太陽電池に求められます。しかし、現在の太陽電池市場の約 95% を占める結晶 Si は変換効率が理論限界に近く、将来的に大幅

な変換効率の向上は見込めません。本研究論文では、新規薄膜太陽電池材料である BaSi₂ に着目し、その太陽電池応用を目的としました。Si 集積回路の作製に幅広く用いられているイオン注入により p 型 BaSi₂ 薄膜を作製し、正孔密度の制御に成功しました。さらに、n 型 Si 基板との接合により BaSi₂ 太陽電池を作製し、太陽電池動作を実証しました。本研究で得られた成果は、安価かつ高効率な BaSi₂ 薄膜太陽電池の実現に向けて有用な知見であると確信しています。今後は、イオン注入後の加熱条件を最適化することで不純物の拡散を制御し、さらなる変換効率の向上に向けて研究を推進したいと考えています。

最後になりましたが、本研究を遂行するにあたりご指導いただいた筑波大学の末益 崇教授および都甲 薫准教授をはじめ、多大なご協力を賜りました坂下 満男先生（名古屋大学）、中塚 理先生（名古屋大学）に心より感謝申し上げます。

◆◆ 2022 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

エネルギー効率向上のための蓄電システムの導入による

ディーゼル発電小規模実験

野田靖仁（静岡大学）

この度は、日本太陽エネルギー学会令和 4 年度奨励賞（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皆様に心から御礼申し上げます。今回の受賞を励みに、より一層研究活動に注力していきたいと思えます。

急速な経済発展を続ける新興国や開発途上国では電力需要の拡大が起きており、供給量電力の増大が望まれている。これらの国では、系統の延長が困難な場合も多く、安価で簡易なマイクログリッドの構築が求められていることも多い。例えば、タンザニアでは農業等で排出される残渣等のバイオマス資源からの安価なディーゼル燃料の抽出と分散型電源の組み合わせによる地方電化が進められている。一方、ディーゼル発電機 (DG) は、低負荷運転時燃料の不完全燃焼によるエンジンの損傷やエネルギー効率が下がることが知られている。この問題を解決するためには、低負荷運転時には別の電源に切り替える

ことが考えられる。

そこで本研究では、蓄電システム (BESS) を導入することで DG のエネルギー変換効率の向上を計り、小規模実験を行ってそれを実証することを目的とする。具体的には、DG の発停とインバーターによる電力供給をバッテリーの電圧またはバッテリーの充電状態 (SOC) により制御することで、燃料消費率、エネルギー効率等の評価を行い DG 単体での性能と比較・評価する。

実験結果として、0 ~ 5000 W 負荷での実験から DG 単体での発電効率は低負荷時において極端に悪化した。BESS の導入により 300W の低負荷時において、DG 単体の場合より、電圧制御で約 262%、SOC 制御で約 343% の改善ができることを示した。また、SOC 制御では電圧制御よりも変換効率等が高く、電流の積算により制御しているためバッテリーに過充電・過放電を与えることなく BESS を効

率的に運用することができることを示した。今後はPV接続を追加することで小規模マイクログリッドの構築を行い、システムの運用方法、電力効率等をシミュレーションだけでなく実証実験を行いながら示していく予定です。

最後になりましたが、本研究を行うにあたり多大なるご指導を頂きました本学松尾廣伸准教授をはじめとする関係者各位に心よりお礼申し上げます。

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。

◆◆ 2022年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

PV電力平滑化制御による電力系統の需給制御への影響評価

中橋大河（岡山大学）

この度は、2022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。このような名誉ある賞に選出していただき大変光栄に存じます。本研究を評価して下さった審査員の皆様、表彰委員会の皆様ならびに学会関係者の皆様に深く御礼申し上げます。

近年、カーボンニュートラル実現のため太陽光発電（PV）システムの導入量が増加していますが、気象条件によって生じる出力変動が課題として挙げられます。そこで、PVシステムから電力系統へ逆潮流する電力の変動を低減するため、電力貯蔵装置によるPV電力平滑化制御や北海道電力が定めている技術要件の適用などが検討されています。これまでPV電力平滑化制御の平滑化効果については報告されてきましたが、電力系統に与える影響についてはまだ十分に検討がされていませんでした。

本論文では、移動平均（MA）を用いたPV電力平滑化制御と逆潮流する電力の1sあたりの変動率

をPV定格の0.0167%以下とする変動率制限の2つの制御を行い、PV電力平滑化制御が電力系統の需給制御に与える影響を評価しています。その結果、特に準快晴においてPV電力平滑化制御を用いることで需給制御が向上することを示しました。また、PV電力平滑化制御の実施により変動率制限を適用する必要がなくなる可能性を示しました。この結論が北海道電力技術要件の検討の一助となれば幸いです。今後はMAではなくスプライン関数を用いたPV電力平滑化制御を行うことにより、電力貯蔵装置容量の低減と需給制御の向上を目指して参ります。

最後になりますが、学会発表の際に貴重なご意見をくださった皆様方、本研究を進めるにあたりご指導いただきました岡山大学の高橋明子准教授、ならびに高橋研究室の皆様がこの場をお借りして心からの感謝を申し上げます。

◆◆ 2022年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

夏季のオープンクーリングによる住宅の室内気候 その1 札幌にあるモデル住宅の実測調査

熊谷菜花（札幌市立大学）

この度は2022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いただいたことを大変光栄に存じます。そして、本研究を評価して下さった審査員の皆様、並びに貴学会の関係者の皆様に対して、心より御礼申し上げます。

近年、寒冷地の夏は自然換気だけでは蒸し暑さの解消が難しく、急速にエアコンが普及していることに加え、COVID-19の影響により窓開け換気が推奨されています。しかし、多くの住まい手にとっては、エアコン運転時の窓開放は未だ若干の抵抗があり、馴染み深くありません。

本研究では、北方型住宅のパッシブ換気の特長を

活かし、エアコン1台で全室に「涼しさ」感をもたらすことが期待される「オープンクーリング（以下、OC）」に着目しました。OCは、2階のエアコン1台を運転しながら、高所の窓1か所を排熱のために数cm開放し、1階から2階への緩やかな温度差換気を促す自然×機械のハイブリッド冷房と言えます。OCでは、冷気が住宅下部に降りてくると熱気を排出することで上下方向の気流変動が生まれ、より効率良く住宅全体を冷やすことができると考えられます。また、この中で得られる涼しさは、室内全体を冷やし過ぎず、心地よい熱環境になることが期待されます。

本研究で行った実測を通して、OCは窓開放によ

り排気の道筋が生まれ、エアコンからの冷気の機械的なリズムを巧く崩し、自然な「涼しさ」感をもたらしていることがわかりました。また、排気が促されて住宅全体に冷気が行き渡ることで住宅全体の空気温度が窓閉鎖時と比較して最大0.6℃低下していることがわかり、夏季の快適な室内気候デザインの研究における、新たな一歩を踏み出したのではないかと存じます。

今回の受賞を励みに、OCがヒトにもたらす熱的効果の更なる解明と室内気候デザインへの実利的な活用を目指して精進して参ります。

最後になりますが、これまでご指導いただきました齊藤雅也教授、及び齊藤研究室の堤晴季様、調査へのご協力を賜りました株式会社カイトー商会の米本晋太郎様、旭化成建材株式会社の田中祐輔様にこの場を借りて深く感謝申し上げます。

◆◆ 2022年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

Experimental study on insulation performance of structured-core transparent vacuum insulation panels for different core materials

Erkki Hirvonen (北海道大学)

Greetings. I was asked to write my impressions and thoughts about receiving the JSES Encouragement Award, so here goes.

I would like to thank the Japan Solar Energy Society both for the opportunity to present our research findings in their conference, and the recognition of said research with the Encouragement Award. Our research group spent several months gathering the data presented within, and then a few more ironing out the details on its written presentation. It is my first ever experience participating in serious scientific research, so having this study be acknowledged with an award is a surprise, to be sure, but a welcome one. The award will likely only have my name on it, but the whole group deserves as much of the credit for all the work, and then some.

This research has been a fantastic opportunity for personal growth. I have a background in industrial automation engineering, having studied it for my undergraduate course back in Finland. Studying in Japan had been a long standing plan of mine, so finding out that Hokkaido University, the northernmost university in Japan and thus the one with a climate closest to the Finnish one that I used to, offered a master's course in English was great news to me. I had studied some renewable

energy sources on my own before being accepted here, but not nearly enough to be completely confident in my decision of changing my major subjects between undergraduate and master's courses, even after being accepted to study here. The proposed research subject of window insulation for older buildings, however, felt rather important and interesting in the context of humanity's current worldwide efforts in reducing greenhouse gases and energy consumption in general, giving me the motivation to push the limits of my knowledge and capability of learning while simultaneously learning how to live in a completely foreign country, culminating my first year of studies with this research paper. Having this paper be recognized with the JSES Encouragement Award will not only act as a great personal motivator for further research, but to me it also feels like a recognition for my other efforts in studying at Hokkaido University.

The work we have produced may not be the most ground-breaking, earth-shatteringly innovative topics there is, but if my now several decades of education has taught me anything, it is that small streams lead to great rivers. With the collective effort of the previous, our current, and the future researcher generations we will reach goals that currently seem too far away for us to even consider reachable.

◆◆ 2022 年度 奨励賞 (学生部門) ◆◆

2重の複合放物面を持つ太陽集光器の最適設計

富井滉介 (東京農工大学)

この度は2022年度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へ選出いただき大変光栄に思います。本研究を評価して下さった審査員の皆様、並びに表彰委員会の方々や学会関係者の皆様に対して、深く感謝申し上げます。

近年、地球温暖化問題の解決に向けて、太陽熱や太陽光などの再生可能エネルギーの有効利用が求められています。本研究では太陽光を有効利用する機器の中で太陽集光器、特に複合放物面型集光器(Compound Parabolic Concentrator)に着目しました。CPCは複数の放物面鏡を組み合わせることで太陽光の追尾をせずとも、ある範囲の集光が見込める技術です。先行研究にてミラーを拡張し、二重の複合放物面を持つCPC(以後、拡張CPCと示す)が提案されていましたが、拡張したミラーの長さに関する言及がありませんでした。

そこで本研究では、シミュレーションを通して拡張CPCの最適なミラー幅の導出を目指し、またデザインされた拡張CPCを東京に設置する際の最適

な南方向の傾斜角の導出を目指しました。シミュレーション結果から、拡張CPCのミラー長さは開口部長さと揃える条件が最も優れているということが集光効率、設置面積当たりの集光量の観点から判断できました。また、この結果によってデザインされた拡張CPCは傾斜角を 10° に設定することで、その年間集光量が最も多くなることがわかりました。本研究において私はモデルの評価方法を設定する際にとっても苦労しました。実際の運用を想定し、異なる観点で評価を行えば、また別の最適結果が得られる可能性もあります。しかし、本論文にて提案された拡張CPCを集熱器の集熱システムに導入することで、一日の幅広い時間帯から集光を行うことができ、国土が狭く効率の良い集光器の開発が求められる我が国のエネルギー産業に貢献することができたのではないかと思います。

最後となりますが、本研究を遂行するにあたりご指導いただきました東京農工大学大学院の秋澤淳教授をはじめ、秋澤研究室の皆様にはこの場をお借りしまして、深く御礼申し上げます。

◆◆ 2022 年度 奨励賞 (学生部門) ◆◆

Auto-Encoder を用いたエリア PV 出力予測における
時系列情報の導入に関する一考察

森 友輔 (早稲田大学)

この度は2022年度日本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。選考に当たり本研究を評価して下さった審査員の皆様、学会関係者の皆様に対して深謝申し上げます。

再生可能エネルギーの導入がGW単位の大容量で進む昨今において、変動する再生可能エネルギー(VRE)電源が電力系統の需給バランス維持に悪影響を与える可能性が高まりつつあります。現在の電力系統では、VRE電源の発電量と需要負荷を予測し、火力等の発電機の運転を計画することで、電力の需給バランス維持を行っています。しかしながら、実際のVRE電源の発電量は予測から外れてしまう場合もあり、効率的に電力系統を運用するためには予測精度の向上が必要となります。その上、VRE電源の発電量予測が大きく外れてしまった場合には需給バランス維持に深刻な影響があるため、

平均的な誤差だけでなく大きな誤差の削減も要求されています。

一般的に広域の太陽光発電(PV)の予測においては離散的な複数地点の気象情報を用いているため、連続的な気象の空間分布に関しては活用されていませんでした。本研究は翌日の東京電力エリアのPV出力を対象に、気象画像を用いて予測を行うことで気象の空間分布情報を活用する試みになります。本研究で提案するAuto-Encoderを使用した予測モデルを用いることで、気象の地理的な分布からPVの出力予測に有効な情報を抽出し予測精度の向上を図ることが可能となっています。

提案の予測モデルは空間的な情報だけでなく複数枚の画像を同時に学習させることで多様な情報を予測のために活用可能であり、本論文は時系列情報を活用する効果について検証したものになります。結論としては期待した改善効果は得られませんでした。

が、時系列情報の活用が平均的な誤差の削減に寄与できるという新たな知見が得られました。

最後になりましたが、本研究の遂行にあたりましてご協力いただきました産業技術総合研究所の大関

崇様、大竹秀明様、高松尚宏様、データの利用に關しましてご協力いただきました気象庁、気象研究所の皆様、そしてご指導いただきました早稲田大学若尾真治教授に深く御礼申し上げます。

◆◆ 2022 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

パラメータアンサンブルによる予測値のばらつきを用いた 日射量予測大外し予見

河合美咲（名古屋大学）

この度は 2022 年度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。このような名誉ある賞に選出して頂いたことを大変光栄に存じます。本研究を評価して下さった審査員の皆様、表彰委員会の方々、ならびに学会関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

現在、低炭素社会の実現に向けて太陽光発電の導入が拡大していますが、太陽光発電の出力は日射量により大きく変動します。また、太陽光発電が大量導入した状況下では、日射量の予測が大きく外れてしまうと、供給電力の大幅な不足や余剰につながる可能性があります。そこで我々の研究室では、単一の数値気象予報モデルにおいて、物理スキームの組み合わせを様々に変化させて異なる予測値を得るパラメータアンサンブルに着目し、複数の予測値のばらつきを予見指標とした日射量予測の大外し予見手法の開発を行っております。

本論文では、予測大外しの発生が多い夏季において、予見指標に使用するモデル数を変更させて、大

外しの予見検出力を比較しました。日射量の予測値を予見指標に使用した場合、予見指標に使用するモデル数を増加させることで、大外しが発生する日に予測値のばらつきが大きくなり、予見検出力が向上しました。一方、下層雲量の予測値を予見指標に使用した場合、使用するモデルを適切に選定することで、少ないモデル数でも予測値にばらつきが生じ、高い予見検出力が得られることを明らかにしました。

今後は、気象パラメータごとの予測値のばらつきの情報を組み合わせて使用するなどの予見指標の改良により予見検出力を向上させ、将来的に、本研究が太陽光発電の出力予測や調整力の確保の一助になれば幸いです。

最後になりますが、本研究を進めるにあたりご指導頂いた名古屋大学の加藤丈佳先生、占部千由先生、共同研究者である日本大学の宇野史睦先生をはじめ、ご助言を賜りました皆様にこの場をお借りして心より御礼申し上げます。

◆◆ 2022 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

ヘルシナイト多孔体による炭酸ガス熱化学分解実験

小山佳子（新潟大学）

この度は、2022 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。このような名誉ある賞に選出いただいたことを大変光栄に存じます。本論文を評価して下さった審査員の皆様、ならびに表彰委員会の方々や学会関係者の皆様に対し、心よりお礼申し上げます。

地球温暖化の原因の一つである CO₂ は、火力発電所などから大量に発生していますが、CCS という技術により CO₂ は回収され、その一部は地中深くに貯蓄されています。そのような CO₂ を再生可能エネルギーを用いて燃料化することで地球温暖化の解決に大きく前進するとされています。クリーンエネルギー開発の研究が世界中で盛んに行われている

中で、我々は再生可能な太陽集熱を利用して CO₂ をリサイクルして燃料に変換する技術が重要になると考えました。そして CO₂ の 2 段階熱化学分解実験の更なる高効率化に向け、これまで研究が進められてきたセリアの代替となる新たな反応物質として、我々はヘルシナイトに焦点を当てました。

本研究では、これまでに例を見なかったヘルシナイトによる高空隙率多孔体をレプリカ法によって作成し、新潟大学に設置されている集光型太陽シミュレータ装置及び集熱反応器を用いて炭酸ガス熱化学分解実験を実施しました。セリアと比較すると、ヘルシナイトのスラリーの扱いや多孔体焼成に際した温度調整などは非常に困難でしたが、共同実験者と

試行錯誤を重ねた日々は大いに有意義なものでした。初めて完成させたヘルシナイト多孔体を用いて実験を行い、その実験データがセリアのものより優れており、デバイスとして有用であると見受けられるものであったことを、大変嬉しく思います。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたりご指導、ご鞭撻を頂きました新潟大学の松原幸治教授

を始め、熱工学研究室の皆様、そしてコロラド大学の Kent Warren Ph.D., Alan Weimer 教授にこの場をお借りして深くお礼申し上げます。また本研究の成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP20005）によって得られました。記して感謝の意を表します。