

◆◆ 2020 年度 奨励賞（一般部門） ◆◆

太陽電池ストリング中でのバイパスダイオード故障位置と  
高抵抗化位置の診断技術の開発

森岡孝之（三菱電機株式会社）

この度は栄えある賞をいただきありがとうございます。これまで弊社で取り組んでいた太陽電池ストリング故障技術の研究成果につきまして、本学会で奨励賞をいただきましたこと大変光栄で、うれしく思います。

国内でも世界的にも脱炭素の流れが加速し、再生可能エネルギーの主役である太陽電池システム導入が増え続ける中で、太陽電池システムの予防保全の必要性は必然的に高まってくるのが予測されます。最近ではメガソーラーといった超大規模な太陽光発電所も出現する中で、発電所内の膨大な太陽光パネルを効率的に保守管理する方法が求められています。今回の研究は、太陽電池ストリング中での故障パネル位置をストリングの末端からインピーダンス解析によって検知する技術に関するもので、太陽光発電システムの保守管理の作業を減らし効率化を目指すものです。

研究の中では、太陽電池パネルの故障位置検出のために考えたアイデアを、回路シミュレーションと

実験室レベルでの原理検証を実施し、その後実際の屋外フィールドで実験をすることで確かめることができた過程は大変さもありましたが、研究開発ならではの楽しさを味わうことができたと思っております。中でもフィールドテストでは、データ取りをする中で夏の深夜に蚊取り線香を焚いて蚊と戦ったり、冬の寒い中にカイロで手を温めながらキーボードにデータを打ち込む作業など、屋外試験ならではの楽しさと大変さを味わいながら実験することができました。このフィールドテストは産業技術総合研究所様の屋外実験設備を使用して測定させていただきました。実験設備の提供および設備使用にご協力いただいた太陽光発電研究センター・システムチームの皆様へ感謝申し上げます。

これからも本研究に関して更なる研鑽を続け、社会の役に立てるように努力したいと思います。

本学会でこのような発表の場と受賞の場をいただきましたこと、改めて御礼申し上げます。

◆◆ 2020 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

二酸化バナジウム焼結体の蓄放熱特性 ～パラフィンとの比較～

根本晃成（長岡科学技術大学）

この度は2020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、地球環境問題の解決に向けて太陽熱などの再生可能熱エネルギーの有効利用が求められています。時間変動性のある熱エネルギーを有効利用するためには蓄熱が重要となっており、その蓄熱技術の1つとして相転移材料（Phase Change Material：PCM）を用いる方法があります。従来使用されているPCMの代表的な例としてパラフィンが挙げられますが、固体—液体相転移で格納容器が必要であるために潜熱量が減少することや、低熱伝導率であるという問題点があります。それに対し、固体—固

体PCMである二酸化バナジウム（VO<sub>2</sub>）が注目されています。VO<sub>2</sub>は格納容器が不要であり、熱伝導率がパラフィンよりも約20倍高いことから蓄熱特性の優位性があると考えられます。しかし、これまでのところVO<sub>2</sub>を発熱体に搭載した際の蓄放熱特性を評価した研究は、著者らの調べた範囲では報告されていません。

そこで本研究では、VO<sub>2</sub>焼結体を製作し、集光太陽熱等を想定した高熱流束発熱体に搭載した際の蓄放熱特性を実験と解析により調査し、従来PCMのパラフィンと比較することでVO<sub>2</sub>の優位性を検証しました。結果として、実験からVO<sub>2</sub>のパラフィンよりも優れた蓄放熱特性が確認され、解析から局所熱流束に最も影響を及ぼすのは熱伝導率であると示されました。これよりVO<sub>2</sub>はパラフィンよりも高効率のエネルギー利用が可能であることが明らか

となりました。今後も本研究のさらなる発展に貢献できるよう誠意努力する所存です。

最後になりますが、本研究の遂行及び発表準備にあたり懇切丁寧なご指導をしてくださった長岡技術

科学大学の山田昇教授をはじめ、ご助言・ご協力を賜りました共著者の馬場将亮助教、大滝大樹様に心よりお礼申し上げます。

## ◆◆ 2020年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

### 強化学習を用いた土壌熱交換システムの最適運用手法の提案

#### —Q-Learning と CFD の連成解析による検証—

平田一馬（北九州市立大学）

この度は令和2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て、深く感謝致します。

近年、建物の地下構造等を利用して外気と土壌との熱交換を行い、外気負荷の削減を図る土壌熱交換システムの採用事例が増加しております。しかし、実運用における同システムの運用手法は要求風量のスケジュールに基づいた制御等の組み込みに留まっており、最適運用手法に関する検討は十分に行われておりません。

本論文では、強化学習（Q-Learning）と我々が既往研究にて提案した流れ場の計算負荷を低減した非定常CFD解析を連成させることにより、コンピュータ自身が土壌熱交換システムの最適風量を決定することのできるシステムの最適運用手法を提案しております。この手法により、スケジュールベース制御では困難であった土壌熱交換システムの省エネル

ギー効果の最大化とシステム内の結露発生の抑制を両立させたシステムの運用が可能となっております。

本論文で提案したQ-Learningによる制御則は、より処理熱量が増加し、結露発生を抑制できるタイミングをエージェントが学習したことにより、スケジュールベース制御と比較して、処理熱量が同等もしくは増加しており、また結露の発生を約20%削減できることがわかり、土壌熱交換システムの研究における、新たな一步を踏み出せたのではないかと存じます。

今後は、実運用を意識して実在建物における制御則の構築や更なる制御性能の向上を目指し、邁進して参ります。更に、システムの運用段階で同手法が活用されることで、更なる省エネルギー効果の向上や空気質の改善の一助になれば幸いに存じます。

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北九州市立大学の白石靖幸教授を始め、白石研究室の皆様がこの場をお借りして深く御礼申し上げます。

## ◆◆ 2020年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

### 床下・壁体内空気循環工法による全館空調住宅における実測調査

#### 室内・床下の温湿度環境と年間エネルギー収支の評価

谷口祐仁（前橋工科大学）

この度は2020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頂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。

平成25年の省エネ基準改正を契機にZEHの普及促進やヒートショックの防止への関心が高まっており、温暖地においても住宅の高気密高断熱化が進められています。また、断熱・気密性能の向上に加え

て調湿材や蓄熱材の利用による温湿度の安定化についても注目されています。温暖地における高気密高断熱住宅や全館空調住宅の実測データの蓄積や分析は重要なものとなります。

本研究では群馬県前橋市に建設されたZEH仕様で、床下・壁体内空気循環工法による全館空調住宅を対象として実測調査を行い、室内温湿度変動やエネルギー収支の評価を行いました。また、床下に設置されたシリカゲル調湿材の吸放湿の動きやPCMパネルの吸放熱量の評価を行いました。

その結果、年間を通して室内の温度変動は小さく

抑えられており、相対湿度変動も快適範囲内に収まっていることから高气密高断熱と全館空調の効果を確認できました。また ZEH を達成しており、省エネルギー性能も高いことが確認できました。そして、シリカゲルの重量変化から吸放湿の動きの確認と PCM パネルの吸放熱量から住宅における調湿材や蓄熱材の利用の効果を確認できました。今後は数

値シミュレーションを併用して、更に分析を進める予定です。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたりご協力を頂きました株式会社福地建装の福地脩悦様、並びに山崎建設株式会社の山崎弘一様、大村圭様、そしてご指導頂きました前橋工科大学建築学科の三田村輝章准教授に深く御礼申し上げます。

## ◆◆ 2020 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

### 熱帯地域の日射強度を対象とした気象モデルのオプションについて

原田大紀（岐阜大学）

この度は 2020 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いたことを大変光栄に思っております。日頃の研究を進める中で助言いただいた小林智尚教授、吉野純准教授並びに私の研究を評価してくださった学会関係者の皆様に改めて感謝申し上げます。また、私自身初めての学会発表がオンラインでの実施ということで不安な点もありましたが、大きなトラブルなく無事に終えることができたことを嬉しく思っております。

今回研究対象とした熱帯地域は年間を通して日射量が大きく、太陽光発電のポテンシャルが高いことから、太陽光発電の導入により低炭素社会の実現、電力の安定供給への貢献が期待されます。太陽光発電の発電量は日射量の値に大きく影響されるため、日射量を精度良く予測することが重要であると言え

ます。しかし、熱帯地域を対象とした日射量予測に着目した研究事例は少なく、十分な精度が得られていないのが現状です。

本研究では熱帯地域における日射量予測の高精度化に向けて、数値予報モデル WRF の物理過程オプションについて独自に修正を試みました。今回はタイを対象として1年間の日射量計算を行い、熱帯地域特有の気候（乾季と雨季）に着目し分析を行いました。結果、1年を通して一定の精度向上が見られましたが、雲が多く発生する雨季では依然として予測精度が低くなっています。数値予報モデルの特徴として細かい雲の予測が難しいことが挙げられ、今後改善すべき課題であると考えています。

効率的な太陽光発電の導入・運用に貢献できるよう、今回の受賞を励みに日射量予測の更なる精度向上を目指して精進して参ります。

## ◆◆ 2020 年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

### 水素キャリア製造のための

### 中温域アンモニア電解合成用酸物コアーガラスシェル型プロトン伝導

### 電解質の調製

志田 敦（東京工業高等専門学校）

この度は 2020 年日本太陽エネルギー学会奨励賞を賜り、大変光栄に思います。選考に当たり本論文を評価してくださった諸先生方、学会関係者の皆様には深く感謝いたします。また、このような賞がいただけたのも、日頃から熱心に指導してくださった城石英伸先生のおかげであり、心から感謝いたします。

近年、地球温暖化の進行から水素社会の実現が期待されています。アンモニアは高体積、高重量水素密度であることから液体水素と比べて貯蔵輸送が容易であり、水素キャリアとして注目されています。電解合成は低温、常圧で太陽光発電や風力発電で得

られた電力などを用いてアンモニアを合成する方法として期待されており、現在多くの研究が進められています。しかしながら、熱力学的、速度論的にバランスが取れている 200 ~ 300℃ においては高い性能と耐久性を有した電解質がないことから研究が進んでいない状況でした。

私たちは今までリン酸セシウムとリン酸から合成したプロトン伝導リン酸塩ガラスが高いプロトン伝導度を示すことを明らかにしてきましたが、温度に対する耐久性や耐水性に問題がありました。そこで本研究では  $ZrO_2$  とリン酸塩ガラス前駆体を加熱、急冷することでシェルコア型のプロトン伝導ガラス

-酸化物複合体を調製しました。結果といたしましては既存のリン酸塩ガラス電解質と比べてガスリーク耐久性が向上し、プロトン伝導度に関しても加温雰囲気下においてシェルコア電解質のみ活性化エネルギーの低下が見られたことから、温度の低下に伴ってリン酸塩ガラスの導電率と比した優位性が顕著になっていくことが明らかとなりました。

これらのことからシェルコア電解質はアンモニア電解合成セルのみならず中温作動型燃料電池用電解

質としても有望であることが判明しました。また電解セルに組み込みアンモニア電解合成を行ったところアンモニアの生成は確認されましたが、効率が低く、競争反応であるプロトン還元反応の抑制という観点に基づく触媒設計・最適化をする必要があると考えられます。将来的にはこの研究をもとにさらなる中温域における電解合成の研究が進展すれば幸いです。

## ◆◆ 2020年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

### 高効率二酸化炭素還元に向けたシトシン由来非金属触媒の合成と活性評価

西澤菜々美（東京工業高等専門学校）

この度は2020年太陽エネルギー学会奨励賞に選出いただきまして、誠にありがとうございます。このような名誉ある賞をいただき、大変光栄に思います。ご指導いただきました城石英伸准教授をはじめとする共著者の方々、選考に携わった太陽エネルギー学会の皆さまにこの場をお借りして御礼申し上げます。

現在世界では、地球温暖化による異常気象や海面の上昇が大きな問題となっています。地球温暖化の主な原因は二酸化炭素などの温室効果ガスであり、地球温暖化の抑制のために、二酸化炭素量を減らすことが急務となっています。本研究は、二酸化炭素に電位をかけることによって有用な有機物を生み出すことのできる二酸化炭素電解還元の実用化を目指しています。実用化のためには、より高活性な触媒が必要となります。現在、二酸化炭素還元触媒として銀や銅など金属ベースのものが多く報告されていますが、環境負荷低減のため非金属であるシトシン

と多層カーボンナノチューブを使用して触媒を作製しました。本研究では、熱処理条件を検討することによって触媒のスクリーニングをおこないました。330℃から750℃の範囲では、熱処理時の温度が高いほど二酸化炭素還元活性が向上することが確認できました。これは、多層カーボンナノチューブのエッジを起点としてシトシン由来の官能基が結合し、電気化学的に活性な表面積が向上するためだと考えられます。

今回は熱処理温度、時間、雰囲気について検討しましたが、今後他の条件を変更して検討していくことによって、より高活性な触媒が合成できると考えております。二酸化炭素還元触媒は、現在日本が目標としている2050年までに二酸化炭素実質ゼロに向けて、ますます発展させていくべきだと感じています。今回の受賞を励みにして、より一層精進してまいります。

## ◆◆ 2020年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

### EVを用いた系統電圧制御におけるPV発電機会損失低減のための EV導入率と充電率の検討

白川元寛（岡山大学）

この度は、日本太陽エネルギー学会奨励賞を授与していただき誠にありがとうございます。

賞をいただいた論文は、近年注目を集めている太陽光発電(PV)と電気自動車(EV)を扱っています。昨年、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定され、再生可能エネルギー・電化・蓄電などの分野の推進が期待される中、このようなホットな研究分野で評価をいただけたこと、非常に嬉しく思います。

注目されている分野である以上、大きな興味と

もに研究を進めて参りましたが、既存研究や実証実験との違いやオリジナリティーを見出して価値ある内容になるよう苦心しました。PVやEVの導入が推進されるにあたり、それらが電力系統へ大量に連系された場合、天候に依存するPV電力の急峻な変動や日中の発電量増加による逆潮流、夜間電力を用いたEVの一斉充電が電力系統に悪影響を及ぼす可能性があります。論文では、EVを電力系統の調整力として使用する制御法を提案しました。そして、EVの初期充電率と導入率をそれぞれ変更したとき

のPVの発電機会損失と系統電圧を比較することで、PV電力の有効活用と系統電圧の安定化を実現するEVの条件を評価しました。まだまだ検討の余地の残る内容ですが、目に留めて下さった先生方が評価してくださったことに嬉しく思うと同時に、励みになりました。

私は3月に大学院を卒業し、4月からは社会人と

して電力インフラに携わっています。今後も、これまで研究で培ってきた好奇心と探求心を忘れず、日々変化する環境に対応できるよう日々知識を蓄え、技術を磨いていきたいと思っています。最後になりましたが、これまでご指導いただきました船曳繁之教授、高橋明子准教授に深く感謝申し上げます。

## ◆◆ 2020年度 奨励賞（学生部門） ◆◆

### 1/4 カット結晶 Si セルを用いた曲率半径 1m の 3次元曲面

#### PV モジュールの試作

込山 輝（長岡科学技術大学）

この度は2019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思うとともに、今後の研究活動の励みとさせていただきます。また、本論文を評価してくだ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。

本研究は単結晶 Si セル形状を変更した際の3D曲面追従性を機械的強度、応力解析により定量的に検証し、さらに3D曲面PVモジュール試作により、単結晶 Si セル形状変更による3D曲面追従性の影響を調査しました。

現在、地球温暖化対策として太陽光発電（PV）の導入量拡大が急務とされています。この実現のためには、これまでPVが適用されてこなかった分野への導入を推進する必要があります。その1つが運輸部門であり、自動車や航空機などの乗り物へのPV搭載が研究開発されていますが、乗り物の表面はデザインや空力性能などのために滑らかな3次元（3D）曲面であり、且つ、搭載可能な面積が限られるため、3D曲面に適応可能な高効率PV技術が求

められています。III-V太陽電池セルはフレキシブルかつ高効率ですが結晶 Si セルに比べ非常に高価であり、早期の実用化は難しいです。また、薄膜セルや有機セルはフレキシブルですが結晶 Si セルに比べて変換効率が低いという課題があります。そこで市場シェアの大部分を占め、変換効率も高い単結晶 Si セルの形状を四角や三角に変更し、且つセルサイズを小さくすることで応力の低減を図り、3D曲面への追従性を応力解析、曲げ試験、モジュール試作により検証しました。結果としてセルを1/4にカットすることにより、3D曲面に追従させた際のセルに作用する応力を低減できました。小面積曲面モジュールの試作に成功し、発電が可能であることが示されました。また、3D曲面化による発電性能の低下がないことも確認されました。

最後になりますが、本研究を指導してくださった長岡技術科学大学の山田昇教授、及び山田研究室の皆様、ご助言、ご協力を賜りました宮崎大学の荒木建次様、トヨタ自動車株式会社の増田泰造様にこの場を借りて心より御礼申し上げます。