

# 対話的な学びから科学的視点を育むものづくり活動



実施担当者 山形県立村山産業高等学校  
教諭 庄司 洋一

## 1 はじめに

2018年3月30日に新しい高等学校学習指導要領が公示された。今回の改訂では、子供たちが自信を持って自分の人生を切り拓き、よりよい社会を創り出していけるように、これからの社会に求められる資質・能力を、生徒が確実に育成することを目指している。特に選挙権年齢が18歳以上に引き下げられ、生徒にとって政治や社会が身近なものになっている中で、正しい知識と判断ができ、未来の創り手として送り出していくことが求められている。また、現代の社会で生きていくために必要となる力を共通して身に付ける「共通性の確保」と、一人一人の生徒の進路に応じた多様な可能性を伸ばす「多様性への対応」の観点から教科・科目等の構成の見直しを図るなど、教育課程の基準の改善が図られている。特に主体的・対話的な深い学びの視点に立ち、「自ら学習活動に取り組む主体的な学び」「自らの考えを広げる対話的な学び」「問題発見・解決の深い学び」が重要とされる。

そこで、それらの力を育むために、対話的な学びを取り入れた授業を展開し、科学的な視点を育て、次世代技術を考える態度と知識を身に付け、活用するものづくり活動を行った。ここでは、様々なエネルギー変換を理解させ、本校が持つ結晶系太陽電池セルを用いた太陽電池パネル製作技術を用いた活動を報告する。

## 2 科学的な視点を育む

### 2-1 対話的な学びから育てる

教室授業において演示実験を行い、そこで得られた知見から個人ごとに調査・研究・考察をまとめる。そして、グループディスカッションを行いグループ毎に考察をまとめ、グループでまとめた内容を全体発表した。この一連の授業を、生徒の知識の広げ深化を図り、科学的な視点を育てることをねらいとして、工業科（電子情報科・3年）地球環境化学で実施した。具体的な授業の流れを表1に示す。また、演示実験のテーマを表2に示す。

この実践を、毎時間提出させるレポートで評価すると、生徒が決められた時間内に考えをまとめる力と、生徒自身の考えや疑問をグループや全体の場で発言する態度がついている。また、授業後の生徒自己評価において、興味関心についての問いに対して、毎回80%を超える生徒が「高い」「非常に高い」と回答しており、主体性をもって授業に取り組んでいる。

受講した生徒の主な感想を表3に示す。

表1 授業の流れ

①再生可能エネルギーを視点とした演示実験を行い、観察結果から、これまで授業で学んだこととのつながりを考える。	②生徒自身の知識のほかに、教科書や参考図書から実験内容と結果の考察をまとめる。	③グループ毎に、個人でまとめた内容の発表と、実験で明らかにしたことを話し合い、グループとしての考え方を模造紙等にまとめる。	④グループ毎に発表しディスカッションをする。最後に、それぞれの発表を評価する。
--	---	---	---



表2 演示実験テーマ

①ペットボトルによる空気の圧縮	②ペルチエ素子によるエネルギー変換
③温度境界層の違いによる冷却効果	④水飲み鳥を使った気化熱
⑤空き缶を使った空気と水蒸気の体積変化	⑥風船による高分子の伸び縮み
⑦電磁調理器による磁界の発生と電流	⑧スターリングエンジン

表3 生徒の感想

<生徒A>いろいろな実験をしていく中で自分自身の観察の仕方や変化を見る目が変わった。また、発表も回を重ねていくごとにうまくなっているという実感がありました。

<生徒B>課題について話し合い、発表する授業は他にはないので、自分の意見を持ちつつ班の意見をまとめることができる力がつけられたと思う。

<生徒C>この科目を受けてみて、自分たちの考えを聞いている人にわかってもらうようにする力と人前に立って発表する力が養われたと思います。

## 2-2 実習から理解を深める

本校では太陽光発電を再生可能エネルギーの中心として学習してきた。太陽電池パネルに光を照射すれば電流が流れることや、照射される光の強度によって発電される電力が変化することなど、太陽電池パネルの特性について実験などを通して理解を深めてきた。しかし、太陽光発電において、光エネルギーから電気エネルギーに変換されないエネルギーについての実習が行われてこなかった。特に、電気エネルギーに変換されないエネルギーのほとんどは熱エネルギーとなり、捨てられていることを理解する実験装置などがなかった。そこで、太陽電池パネルの構造の理解、太陽電池パネルの温度変化による発電効率の変化、光エネルギーから電気エネルギーにならない熱エネルギーについて理解する実験装置を製作した。この実習装置では、1[W]の太陽電池パネルの変換効率の測定と、光の連続照射による、太陽電池の温度上昇に伴う変換効率の低下を理解することができる装置である。また、水冷ヒートシンクにより、太陽電池裏面の熱を回収し、伝熱量を求められるようになっている。



図1 太陽光発電変換効率測定実習

## 2-3 ものづくりから次世代技術考える

授業と実習で学んだことをベースとして、課題研究において地域での問題点を考え、その解決策と次世代技術について考えるものづくりを行った。

### (1) ものづくりの背景と検討

日本国内で豪雪地帯の面積は図2に示す通り全国の51[%]を占める<sup>2)</sup>。学校がある村山市は、日本の国土の20[%]にあたる特別豪雪地帯にあたる。この地域に太陽光発電所を普及させ、冬季も安定的に発電させる方法として、融雪型の太陽電池パネルが市販されている。しかし、降雪の多い時期には、融雪で消費される電力量が、太陽光発電の発電量を上回るケースがある。

融雪型の太陽電池パネルには、太陽電池セルを発熱体として使用するタイプや太陽電池セルの裏面にラバーヒータを封止しているものがある。前者は、太陽電池パネルをそのまま使用できることからインシヤルコストが少なくできる反面、融雪している間は発電が全くできないことや、太陽電池セルの劣化<sup>3)</sup>をまねくデメリットがある。後者は、融雪装置を稼働している場合でも同時に発電ができるが、設置費用がかかることや太陽電池セルの裏面から加熱することにより、太陽電池セルの温度を上昇させるために変換効率が低下してしまうデメリットがある。そこで、太陽電池パネルの表面に近い位置で加熱し太陽電池セルへの熱的な影響を軽減させ、日射のある時は発電できる構造のパネルを製作し、そのパネルの発電効率と加熱の有効性について調査した。

### (2) 加熱型太陽電池パネル<sup>4)</sup>

透明電極による加熱はガラスの曇り止めなどで利用されている。これはガラス基板やプラスチック基板に透明電極を蒸着させ、通電によって透明電極の電気抵抗によりジュール熱が発生し基板が加熱されるものである。本研究では、図3に示す構造の太陽電池モジュールを製作し、透明電極をモジュール表面に近い部分に封止した。

### (4) 変換効率の測定

結晶系太陽電池セルの出力測定方法を規定しているJIS C 8193に準じて変換効率を測定した。その結果を表4に示す。透明電極の影響で、太陽電池セルへの日射量が減少し変換効率が1.6[%]低下している。

### (5) 融雪実験

太陽電池パネルを屋外に設置し、厚さ約30[mm]の雪を載せ、透明電極に直流安定化電源から0.55[W]の電力を投入して、融雪実験を90分間行っ

## ～雪国仕様の太陽電池パネルの製作～

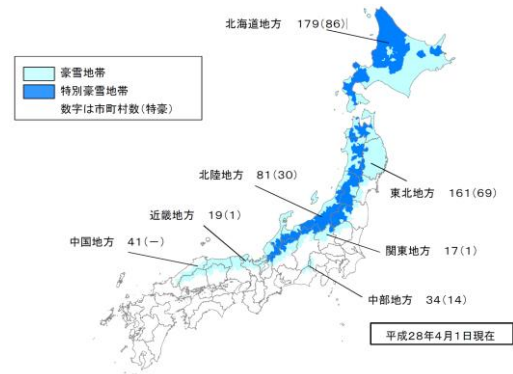


図2 豪雪地帯の指定地域図<sup>2)</sup>

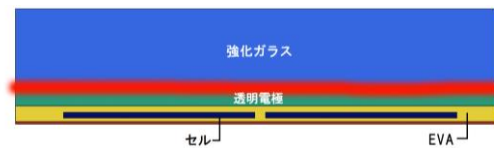
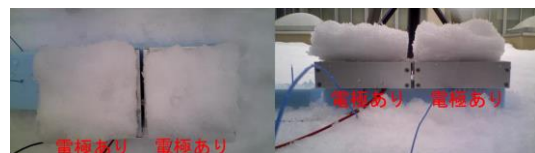


図3 加熱型太陽電池モジュールの断面

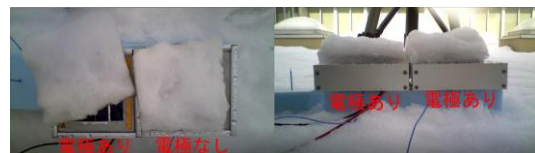
表4 太陽電池モジュールの性能比較

at22.0°C	透明電極あり	透明電極なし
$P_{max}$ [W]	1.09	1.20
$I_{pm}$ [A]	0.531	0.576
$V_{pm}$ [V]	2.06	2.08
$I_{sc}$ [A]	0.587	0.618
$V_{oc}$ [V]	2.53	2.53
$E_{ff}$ [%]	17.1	18.7

$P_{max}$  [W]: 最大電力     $I_{pm}$  [A]: 最大出力動作電流  
 $V_{pm}$  [V]: 最大出力動作電圧     $I_{sc}$  [A]: 短絡電流  
 $V_{oc}$  [V]: 開放電圧     $E_{ff}$  [%]: 変換効率



(a) 実験開始前



(b) 90分後

図4 融雪実験

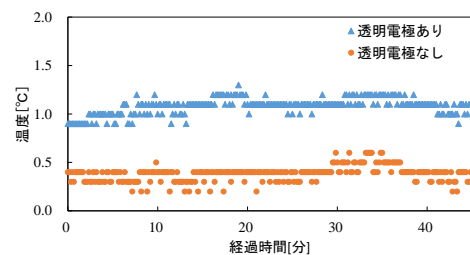


図5 融雪実験でのパネル裏面温度の変化



た。実験の際、気温と太陽電池パネル裏面に温度センサ（K 型熱電対）を取り付け、太陽電池パネルが加熱できているか確認した。

図 4 は融雪実験の結果である。図 4(a) が実験開始前で、図 4(b) が 90 分経過したものである。図 4(b) を見ると電極ありのパネルの雪の厚さが薄くなり、雪が溶けたことによって移動しているのがわかる。図 5 より、透明電極ありの太陽電池パネルの裏面の温度が透明電極なしに比べ、高い温度となっていることから、加熱されていることがわかる。以上の結果から、製作した太陽電池パネルで雪を溶かせることがわかった。

#### (6) 加熱型太陽電池パネルの考察

透明電極を太陽電池パネルに封止した新しいタイプの太陽電池パネルを製作することができた。そして、製作したパネルによって融雪することができ、雪国仕様の太陽電池パネルが完成した。本研究で製作した太陽電池パネルの融雪による効果を本校の太陽光発電所に設置したと仮定し 12 月から 2 月までの 3 か月間でシミュレーションした結果、融雪で消費される電力を差し引いても 12.1 [%] の発電量の改善が見込めることがわかった。

透明電極を封止したことによって光の透過率が低下し、変換効率が下がったため、透明電極の電極膜厚を薄くし、光の透過率を上げる必要がある。

### 3 まとめ

対話的な学びを取り入れた授業を受講している生徒と受講していない生徒を課題研究の活動で表 4 の通り評価した。生徒が持っている個性や評価者の主観に依存している面も考えられるが、おおむね受講生徒の評価が高く、生徒の知識・理解の面で客観的評価を行うと知識の定着率が受講者の方が高い傾向にあった。また、発表やディスカッションを通して身につく力は、コミュニケーション能力だけでなく、自分の持っている知識から問題解決する力と、様々な分野を幅広く学ぶ態度が育成されると考える。

#### 謝 辞

この取り組みに助成を頂きました公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団に感謝を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省初等中等教育局教育課程課, ” 高等学校学習指導要領の改訂について ” , 産業と教育平成 30 年 6 月号, pp. 2-9, (2018)
- 2) 国土交通省国土政策局, ” 豪雪地帯対策における施策の実施状況資料 2 ” , pp. 10, (2016)
- 3) 産業技術総合研究所, ” 逆バイアス試験による Si 系太陽電池モジュール加速劣化試験の検討 ” , 太陽光発電工学研究センター成果発表会, (2012)
- 4) 庄司洋一, 鹿野一郎, ” 滑雪を促進させる加熱型太陽電池モジュールの変換効率 ” , 日本太陽エネルギー学会平成 29 年度 JSES・JWEA 合同研究発表会, (2017)

表 4 対話的な授業の受講者と非受講者の比較

#### ① 関心・意欲・態度

	受講者	非受講者
課題への関心・意欲・態度	○	○
自ら考え取り組もうとしているか	○	○

#### ② 思考・判断・表現

	受講者	非受講者
発想・構想の能力	○	△
プレゼンテーションできるか	○	△

#### ③ 技能

	受講者	非受講者
創造的な技能	○	△
作業の計画など見通しをもって取り組んでいるか	△	△

#### ④ 知識・理解

	受講者	非受講者
適切な語句を用いて、課題についてディスカッションできるか	○	○
質問に的確に答えられるか	△	△