

研究課題	地域の環境モニタリングと風力発電装置を利用した発電システムの開発を通じたエネルギー教育
副題	～ ICT を活用した校内環境マネジメントシステム (EMS) の実現～
キーワード	専門高校, 風力発電, エネルギー環境教育, データ分析, センサ
学校/団体名	埼玉県立 久喜工業高等学校 環境科学科
所在地	〒346-0002 埼玉県久喜市野久喜474
ホームページ	https://kuki-th.spec.ed.jp/

1. 研究の背景

本校は、平成29・30年度の2年間、経済産業省資源エネルギー庁の委託事業「エネルギー教育モデル校」に指定され、エネルギー教育について、ものづくりを通じた実践を行ってきた。例えば、専門高校ならではの実習授業では、再生可能エネルギー、新エネルギーについてメリットやデメリットを学習し、エネルギーの安定供給の確保や持続可能な開発について考える過程で、実際に生徒が風力発電装置を製作した。

2年間の実践を通し、生徒が社会に出て活用できる能力（例えばエネルギー環境問題について実際に行動したりする能力）を発揮できるようになるためには、学習の過程で、実際に自分の住んでいる地域の環境を知ることや、自分で製作した物の性能を実際に計測して理論値と比較し、定量的な結果を出し、自分なりの結論を導くこと、またそれを発表したりする形式の授業を行う必要があると考えた。

2. 研究の目的

昨年度、本校は実習授業のための電子黒板と生徒用のタブレットが整備され、授業においてICTの活用ができる環境が整った。

今年度は、校内屋上に温度、湿度やCO₂を測定する各種センサを設置した環境測定所をつくり、その計測データを生徒が無線経由で閲覧できるようにしたい。そして測定データを活用し、普段の学習活動や生活体験の中で、科学的な考え方を学び、エネルギー問題について理解を深められるような、以下5つの目標を達成するような授業をしたい。

- (1) 本校独自のEMSを実現し、計測データの分析をすることを通して思考力・判断力・表現力を育成する。
- (2) 授業で製作した物の性能を分析することを通して、課題を見つけて解決する能力を身につける。
- (3) 風力発電装置を利用した発電等の研究を行い、様々なエネルギーの利用法や技術革新に興味関心を持つ。
- (4) 実際の計測データを活用したエネルギー教育を行い、当事者意識をもって主体的に学ぶための授業づくりをする。
- (5) 専門家による講演を聞く機会をつくり、エネルギー環境問題について見識を深める。

3. 研究の経過

時期	取り組み内容	評価のための記録
6月11日	<p>○ICT 活用のための設備完成</p> <p>複数台のタブレット端末を一括充電・同期、管理等をするための収納棚やサーバー機を設置した。各タブレット同士も専用のネットワーク(校内のみ)でつなげ、生徒が授業で使用する環境を整えることができた。</p>	<p>機器やセンサを連動して活用する場面が、実践予定のない授業においてもみられたか。</p>
8月28日	<p>○3年生 5名 課題研究(3単位) 補講4時間</p> <p>久喜工業高校実習等の屋上に、環境測定所をつくった。気象センサ+風向アクセサリ(温度・湿度・風速・気圧・照度センサなど)、CO₂センサとともに、昨年製作した風力発電装置を設置する。発電状況は、電流・電圧センサで計測できるように配線した。</p> <p>計測データは、気温・水温・風速等に加え、CO₂濃度、自作の風力発電装置を設置し発電状況のモニタリングを行えるようにした。</p>	<p>期間内のグループの課題と達成すべきことを決め、一定期間後にレポートを提出させた。</p>
10月18日 23日	<p>○1年生 40名 環境科学実習(3単位) 3時間</p> <p>○2年生 25名 地球環境化学(2単位) 2時間</p> <p>屋上の環境測定所の見学や測定状況の確認を行った。現有の生徒用タブレットを活用して測定データをグラフ化して、サーバーPC ヘデータを共有するはずだったが、台風19号による飛散物により、風力発電装置の羽が破損しており、計測できなかった。</p> <p>事前に用意した別の日のデータを用いて、データ分析、整理し、生徒の情報モラルの知識やICT活用能力を育成した。</p>	<p>1年生は実験レポートを提出、2年生は小テストを実施し、生徒の理解度を把握、評価した。</p>
10月24日	<p>○3年生 5名 課題研究(3単位) 3時間</p> <p>風力発電装置を製作し、羽の取付け角度や羽の枚数による変化などを比べることで、風力発電の仕組みを理解した。また、分析結果を見て改良した。</p>	<p>作成した設計図や工夫点などレポートにまとめた。</p>
11月 3日	<p>○3年生 5名 課題研究(3単位) 3時間</p> <p>日本大学生産工学部主催の風力発電コンペに参加し、製作物の性能を発表した。また、他校の取り組み等も見て参考にする機会とした。コンペでは、垂直軸部門と水平軸部門に生徒が参加した。一般部門では指導教員も参加し、計3台の風力発電装置を製作して参加した。</p> <p>垂直軸部門に参加したチームが優秀賞を受賞した。</p>	<p>頂いた指導講評の内容と、発電量を記録した。</p>

時期	取り組み内容	評価のための記録
1月23日	○1～3年生100名 課題研究(3単位) 3時間 1・2年生に向けて、3年生が1年間の取り組みの研究内容の発表を行った。 発表は、グループ毎にプレゼンテーション形式で行う。生徒同士で発表内容について質問ができるように工夫した。	レポートの実施、相互評価シートを記入させた。
2月18日	○2年生 25名 環境科学実習(4単位) 4時間 エネルギー環境問題をテーマにした講演会を企画し、エネルギー環境問題について、体験を交えながら講演を行っていただいた。 内容「持続可能な未来を支える技術者“再生可能エネルギー技術者”について考える」 講師「東京大学先端科学技術研究センター附属産学連携連携新エネルギー研究施設 特任准教授 飯田 誠氏」	アンケートを取り、その理解度や次年度以降に役立つかどうか自己評価させた。

4. 代表的な実践

(1) エネルギー教育の過程で風力発電装置と各種センサの設置

7月までは、再生可能エネルギーについてメリットやデメリットを学習し、エネルギーの安定供給の確保や持続可能な開発について考えた。

8月28日(水)に補講授業を行い、学校の屋上に環境測定所をつくった。風力発電装置は昨年度製作した物を使用した。装置の発電状況は、電流・電圧センサで計測できるように配線した。周辺には各種センサを置き、温度・湿度・風速・気圧・照度・CO₂濃度を記録できるようになった。また、iPadを利用すれば無線経由で、データをリアルタイムで確認できるようになった。



図1. 環境測定所の設置の様子

(2) 日本大学生産工学部主催の風力発電コンペに参加し、優秀賞を受賞

11月3日(日)に日本大学生産工学部(千葉県習志野市)で行われた、風力発電コンペ(WINCOM2019)に3年生5名が参加した。

生徒は2チームに分かれ、水平軸型と垂直軸型の2部門に応募し、7月から準備をしてきた。製作に当たっては、風速や電流電圧をモニタリングすることで、回転翼の素材や角度、大きさを決めた。結果として、垂直軸型部門に出場したチームが優秀賞(部門優勝)を受賞した。

～競技のルール～

出場チームに製作補助費として、1万5千円と発電機1基を支給が支給されます。また、風力発電装置の形状は架台と回転翼含めて高さ80cm、幅80cm、奥行き80cmの寸法内で、重さ20kg以下に収まるように、製作することがルールです。

競技は、水平軸型と垂直軸型の回転軸形式別を行われ、計測は指定された場所に風力発電装置を設置し、送風機で運転させ、発電する電力(単位時間あたりの発電量)を競います。風速を2~6m/sまで1m/s刻みで変化させ、各風速における発電電力を計測し、その平均電力を競います。

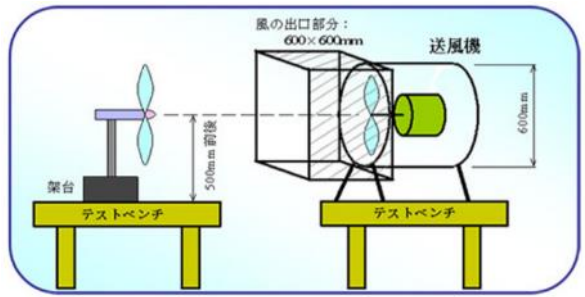


図2. 風力発電コンペ(WINCOM2019)の様子

5. 研究の成果

(1) 教員のICT活用と授業改善

実験授業や、中学生向けの出前授業等において、積極的にiPadやセンサを連動して活用する場面が見られるようになり教材の幅が広がった。また、生徒（中学生含む）がデータを見て考察する時間（主体的に取り組む時間）が十分に取れるようになり、授業改善につながっている。ICTの活用により、グループワークや話し合いの時間を多くすることができるようになったり、教材研究の幅が広がったりした。

例えば、実験授業において、本来は実験で得た数値データを実験終了後に、宿題としてグラフ作成をさせ、文章で考察させていた授業が、iPadとセンサの活用により、実験とリアルタイムでグラフが出来上がるので、その場でそのグラフを見ながら話し合いができるようになった。また、教員が、使用するにも簡単のため、今までは中学校向けの出前授業では難しかった実験も実施可能となり、積極的にICTを活用しようとする雰囲気になった。



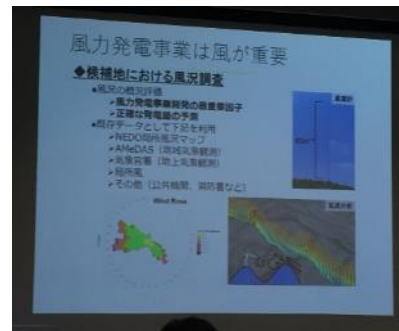
図3. 中学校出前授業でのICTの活用（中学2年生15名）

(2) エネルギー環境問題について知り3年生の学びにつなげる

環境科学科では、2年次から環境について専門的に学習する。今年度の2年生は、実際に本校屋上に設置した風力発電装置のモニタリングデータを活用した授業や、東京大学先端科学技術研究センター附属産学連携連携新エネルギー研究施設特任教授 飯田 誠氏による「エネルギー環境問題に関する出前授業」を通して、再生可能エネルギー技術者、またICTを用いたシミュレーションに興味関心を持たせることができた。講演会後のアンケートでは、生徒25名全員が、講演会について「ためになった」と答えた。具体的には、「SDGsを初めて知った。」、「限りある資源を大切に有効に使って未来のことを少しでも考えたい。」などである。また、「風力発電装置には、鳥が当たらないように回避する技術が開発されているなどICTが活用されている。」などICTの活用に注目した生徒も複数いた。



図4. 講演会の様子（環境科学科2年生25名参加）



6. 今後の課題・展望

(1) エネルギー教育へのアプローチ

今年度、ICTを活用して身近な環境の計測データを活用したエネルギー教育を行い、当事者意識をもって主体的に学ぶための授業づくりを行ってきた。

風力発電装置を中心に授業づくりを行ってきたため、アンケート結果のように、知っていることと、知らないことの差が大きくなってしまった。授業改善を進め、ICTを有効に活用しながらエネルギー環境教育を行う必要性を感じている。

(2) 社会に開かれた教育課程の推進

ICTの活用によって、エネルギー環境問題に興味関心をもった生徒が多くおり、手ごたえを感じていたが、保護者アンケートによると、60%の保護者は変化を感じていない状況がわかった。

本校の取り組みが、保護者にも評価されるように、教材研究を進めていく必要があると考えている。

7. おわりに

本研究を通して、専門高校の特色でもある「ものづくり」に加え、ICTの活用により、「製作物の定量的な評価」を非常に簡単に行うことができた。例えば、環境測定所のモニタリングデータを見て、発電電力を大きくするにはどうしたらよいかについて、温度や風速、風向などのデータを見ながら考えたり、そもそもなぜ日本にはまだ大規模な風力発電プラントが普及しないかなど、エネルギー問題について広く考えたりする取り組みができた。

8. 参考文献

- ・資源エネルギー庁、「平成29年度エネルギーに関する年次報告」（エネルギー白書2018）
- ・日本理工出版会、2009.5、「新エネルギー技術：太陽電池・燃料電池・二次電池・スーパーキャパシタ・風力発電」
- ・山辺 恵理子、木村 充、2017.3、「ひとはもともとアクティブ・ラーナー！ 未来を育てる高校の授業づくり」、北大路書房
- ・飯田 誠、2015、「拡がれ！再生可能エネルギー！」、駒場リサーチキャンパス公開講演

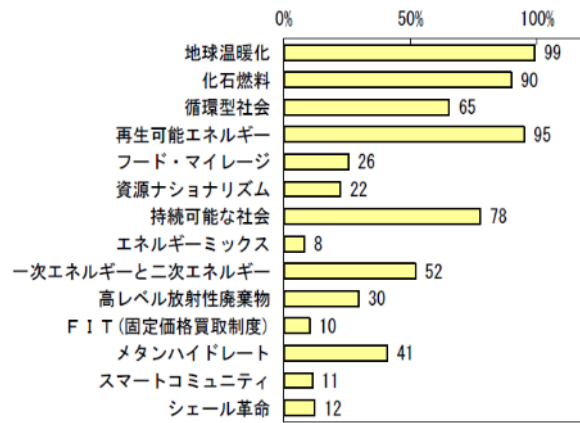


図5. 知っている用語

(環境科学科1～3年生98名)

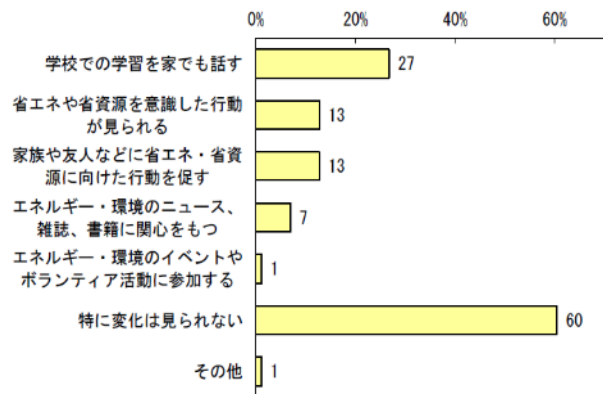


図6. 生徒の変化について

(環境科学科1～3年生保護者88名)