

エネルギーに着目した環境教育への取組

—自作風力発電装置を通じ、環境に配慮したエネルギーを作り出す—

群馬県立藤岡工業高等学校 電子機械科 仲村 仁

1. はじめに

我が国は資源に乏しく、輸入資源を加工して輸出する工業立国として高度経済成長してきたが、人件費の問題や資本主義経済の宿命で、コストダウンを進めるため企業は海外生産にシフトしてきたところに、近年の経済低迷が重なり工業分野は大きな影響を受けている。これからの日本の工業はエコロジーやリサイクル、また知的財産などに着眼点を置いて、信頼性や付加価値の高い製品をつくる技術力を高める必要がある。工業高校においても、地域特有の産業分野の後継者の育成を念頭に、さまざまな専門分野の教育課程を編成し、その課程の中でエネルギーに着目した環境教育が不可欠である。

生徒は、課題研究や実習など、ものづくりの実践を通じ、多岐にわたる専門知識や問題解決能力を養い向上させ、ものづくりの喜びと、製作した作品に対する評価が己の自信へとつながり、技術者として成長すると考えられる。

本研究では、課題研究におけるエネルギーに着目した環境教育への取組についての事例を報告する。

2. 研究内容

「エネルギーに着目した環境教育への取組」は2003年より取組を開始し、EVカー（電気自動車）の研究、小型EVカーの研究、自作モータの研究、グリーンエネルギーの研究へと、エコロジー・環境に優しいエネルギーの使い方から、高効率モータの製作を行い、現在は、環境に配慮したエネルギーを作り出すことで、エネルギーサイクルの構築を目指している。

今回は、グリーンエネルギーの研究～自作風力発電装置を通じ、環境に配慮したエネルギーを作り出す～に関して指導内容を示す。

(1) 指導方針

- ① ものづくりの喜びを知り、好きになってほしい事、自信をつけてほしい事を念頭に指導を行う。
- ② できるだけ、生徒に接し、スムーズに問題点の相談・検討・議論・解決方法の助言ができる体制を整え、助言＝答えではなく、自分の考えを入れる。
- ③ 作品は、企業連携を深め本格的な本物志向を目指し、商品になるレベルを目指す。
- ④ 発表会、展示、大会などに積極的に参加し、結果を知ることにより取り組んできたことの評価を行い、自己啓発につなげる。

(2) 指導内容

① 目的の設定

自分たちの将来、できること、学習の目的から、次の目的を自ら導き出させた。

ア. ものづくりについて興味・関心を持ち、創造力や主体性を身につける。

イ. グリーンエネルギーに関する技術や知識を広く学習して理解を深めることにより、将来有望な技術者としての資質向上を目指す。

② 知識技術の理解

グリーンエネルギー（自然に存在するエネルギー、光（太陽）・水（水力）・風（風力）など）について調べ、自分たちが製作できる可能性を求め、文献、インターネットなどを利用して調査した結果、現在の藤工で製作できる範囲

フレーム製作

- 1 アーク溶接
- 2 ガス溶接
- 3 サンダーで表面削り
- 4 荒削りと仕上げ
- 5 ペンキ塗り
- 6 軸受用穴あけ



(半導体の製作はできない) や権利 (水利権) などの越えられない問題点などを理解させてから考え、風力エネルギーの研究として限定して取り組んだ。

次に風のエネルギーの利用方法として、風車の種類を調べる

- (水平軸型風車) プロペラ型・オランダ型
多翼型・セルウィング型
- (垂直軸型風車) パドル型・クロスフロー型
ダリウス型・サボニウス型
ジャイロミル型

上記の風車を調査したなかで特徴を理解し、相談・検討・議論・解決方法の助言を通じ、実際に何を作るかを生徒に決定させる。

③ 設計

ものづくりは、実際の部品各部の大きさから全体の仕組み大きさを考慮し、形付けさせる。本校の工作機械を考慮し、製作方法より各部寸法等を決定とともに、工作方法を決定した。

④ 製作課程

軸受

- 1 旋盤による加工
- 2 マシニングセンタによる加工
軸受けの完成



軸受け



羽根(ブレード) 製作

- 1 ブレードの型作り
- 2 石膏の雌型作り
- 3 石膏の削り
- 4 FRPでブレード製作
- 5 ブレードの仕上げ
- 6 スプレーによる塗装
- 7 ブレードの完成



ブレード



ア 2008年度

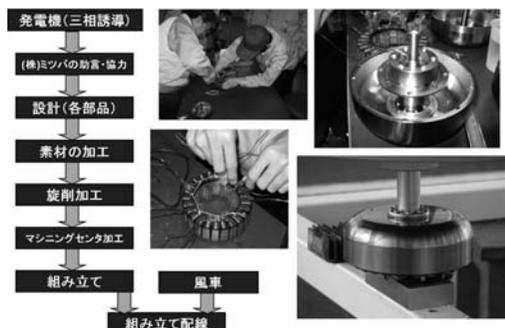
実際の製作は昨年よりはじめており、失敗・改良を重ねてきて本年度完成した。

以下に、製作方法・工程の詳細を示す。

外枠(フレーム)・羽・発電機各製作をユニット的に行い、最終的に組み立てる製作方法を採用。各部分での担当主任を決めることにより、自主的考えや責任を持ち期日を守った製作ができた。

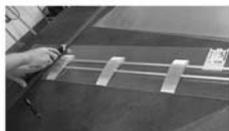
本物志向。すべて自作を目指し実現するために、地元企業(株)ミツバの研究室に技術協力を依頼し、モータ・発電機製作のための基礎知識やモータの結線や制御などの知識を指導・協力いただいた。発電機の設計コア・ベース・ヨーク・センタースター・シャフトなど、NC旋盤を利用し、オリジナルのヨークなど設計し製作した。また、コイルはミツバ既成部品24コイルのロータを提供していただき、藤岡地区の年

発電機の製作工程



ブレード製作(ジャイロミル)

- ・3次元データからマシニングで切削するためのデータ加工
- ・固定用ジグの製作(アルミ材の予備加工)
- ・マシニング加工(ブレードの3次元加工)
- ・仕上げ加工と組立(部品相互の結合, ねじ穴加工等)
- ・アクリル板の加工・接着



間平均風速や空気密度, 希望発電電圧や回転速度などを考慮, 算出して, 0.5mmの線径として1箇所100巻きで24カ所巻くことにより, 三相発電機(8個/1相, 計800巻) 0.5mmコイルを用い, 発電電圧の起動を低回転から発生させる設計をした。さらにバッテリーの電圧を監視し, 発電機からの電流を制御するためレギュレータ(充電制御装置)を使用する。

イ 中間評価(2008年度)

できあがった風力発電装置を検証, 発電効率, 強度などの改良点を求め, フィードバックして2009年度につなげる。また, バッテリーの充電は充分できたが, 風速が高いときは, ブレードの重さの割に回転数が上がらず, またブレードのアームの強度が低く, 軽量化とともに剛性を向上して信頼性を上げる必要がある。また, 低い風速時の起動(回り始め)が遅く, 低い風速でも集風面積が広い風車も検討が必要である。

ウ 2009年度

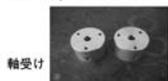
中間評価の問題点をもとに改良点をまとめ, 2009年度の製作に入った。ブレードの軽量化

製作(サボニウス)

- ・フランジはマシニングで切削できず, バンドソーにて手仕上げする
- ・駆動伝達のフランジの穴加工
- ・ローラベンダによる曲げ加工により, ブレードを製作
- ・TIG溶接にてフランジとブレードを接合し, 着色した



フランジ

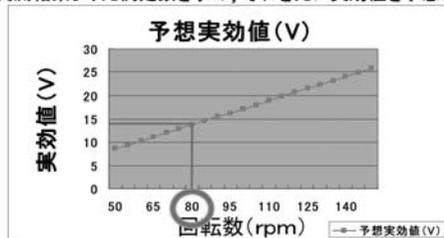


軸受け



出力データ・結果

実測結果より比例定数を求め, それを元に実効値を予想した



80rpmでバッテリーを充電できる電圧14.6V発生することがわかりました

と3D精度の向上を考慮し, アルミ材切削加工とともにアクリルの薄板材を利用することにより対応した。また, 風速が低いところからの起動を早くすることを目的にサボニウス風車を利用し, 2種類の風車の利点を兼ねそろえた風車を目指した。

⑤ 製作結果

- ・昨年より強度を高めることができた
- ・ジャイロミルとサボニウスの利点を合わせたことで, 風速が低いところからの起動が早くなり, さらに高速型となり耐候性に優れている。
- ・測定結果から12Vバッテリーを充電する回転数も改良前の96rpmより下がり約80rpmで所定電圧を発生することができた。
- ・強度の増加により高回転化でき, 回転数によっては24Vバッテリーにも対応できるようになった。
- ・本物志向を目指し企業連携を試みてきたが, このたび, 企業連携をした(株)ミツバでは, 本校で製作したモータがきっかけとなり, 各教

昨年の風車と今年の風車の違い

- ・H20 ジャイロミル形風車
- ブレード 5枚
- ・H21 ハイブリット形風車
- ジャイロミル ブレード3枚
- サボニウス ブレード3枚



- ・昨年に比べ, 高速回転化
- ・強度の増加
- ・微風からの起動を考慮しハイブリット型に改良



育機関や大学・専門学校からの問い合わせ依頼も多くあった事もあり、高校・大学等の教育機関で、教材として使用でき自分で手巻きできる発電機・モータのキットが発売されている。さらに、この風車は、研究使用例として、藤工で製作された風車に(株)ミツバの発電モータを搭載し、第41回東京モーターショー2009の(株)ミツバブースでパネル展示された。

3. 外部からの評価

今回の製作は、ものづくりの喜びと自信につながるように、はじめから評価を外部からしていただけるよう、テクノフェアの研究発表の部に応募した。結果、本年度の最優秀作品と評価をいただき、生徒達にはものづくりの喜びと、自信になったと感じる。後日の産業教育フェアでの発表は、ほとんど教員のアドバイスなしで取り組み、堂々と発表できたのは、結果の後押しがあってからこそと感じる。企業からの依頼による東京モーターショー2009への出展は、生徒にとっては最大のサプライズであった。

4. 成果

研究主題として「エネルギーに着目した環境教育への取組」を継続することが、研究内容が変わっても、現在の日本の工業界が持つ大きな問題に対して考慮していくことになり、エネルギーに関する技術や知識を広く学習して理解を深め、ものづくりについて興味・関心を持つことができることにつながった。また、企業との

連携をとることにより、大学や専門学校のように知識のみに偏らず、課題研究や実習などのものづくりの実践を通じ、多岐にわたる専門的知識や問題解決能力を養い向上させ、創造力や主体性を身につけることができた。

外部からの評価により、ものづくりの喜びと、製作した製品に対する自信へとつながり、大きく成長できたと思われる。高校生のものづくりでも、ニーズにあった研究をすることが、将来の有意な技術者としての資質向上に結びつくことを実感した。

5. 今後の課題

(技術的課題)

- ・完成した風車の発電効率や耐久性、発電量などを長期的に評価する。
- ・企業との連携によって、さらに高効率発電用モータの改善を試みる
- ・より効率の良い風車の研究・開発を試みる。

(教育的課題)

- ・環境・エコロジーへの取組が工業技術者として必要不可欠な課題として理解し、資質の向上に努める。
- ・単年度の製作だけでなく、後輩につなげられるよう指導の継続性を考え、体制を整える。
- ・より効率の良い風車の研究・開発を行い、EVバイクや小型EVの製作改良を通じてすべて手作りのエネルギーサイクルを実現する。

6. おわりに

今後もしサイクルやエコロジーについて生徒とともに考え、環境に配慮したものづくりを通じての技術者の育成を続けていきたい。

最後に今回の取組にあたり、ご指導・ご支援していただいた(株)ミツバ様に深く感謝しお礼申し上げます。

