

課題情報シート

課題名：	垂直軸型風力発電機の製作		
施設名：	近畿職業能力開発大学校附属滋賀職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	生産技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	製作

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

安全衛生、機械加工、工業力学、工業材料（プラスチック材料）、電気工学概論
機械製図、メカニズム、流体力学

(2) 課題に取り組む推奨段階

機械加工実習およびメカニズム終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、主に機械設計と機械加工の相互関係の実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：5名

時間：216時間

一般家庭でクリーンなエネルギーを作り出す風力発電機で、特に騒音が少なく風向きに影響されない低速回転する垂直軸型風力発電機の製作をすることを目的としました。

課題の成果概要

垂直軸型風力発電機の仕様について、課題と解決策の観点から、以下3項目について説明します。

課題① 不定期かつ低速に吹く風に対する羽根形状について



解決策①

全方向からの風に対応でき、抗力と揚力を同時に得られる羽根が必要です。そのため、断面形状を「つ型」に製作しました。その結果、図1に示すように「つ」の袋の部分で風を受け、発生する抗力の力を利用することが可能となりました。この考えを基に、軽量化のためプラスチック板を使用して製作した羽根を図2に示します。

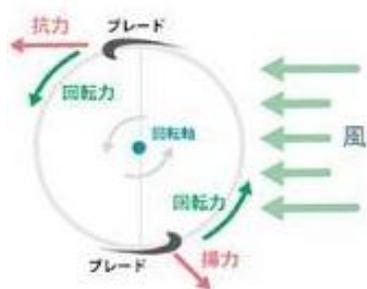


図1 風と羽根の関係



図2 製作した羽根

課題② 入力回転数と発電量に係る発電機内コイルと磁石の選定

解決策②

図3は発電機内部を映したものです。コイル巻き線にはエナメル線φ0.3を用いています。また、磁石にはネオジム磁石を採用しました。装置構成として、固定されたコイル板の上下には、入力側軸に固定されたマグネット回転板を設置しています。

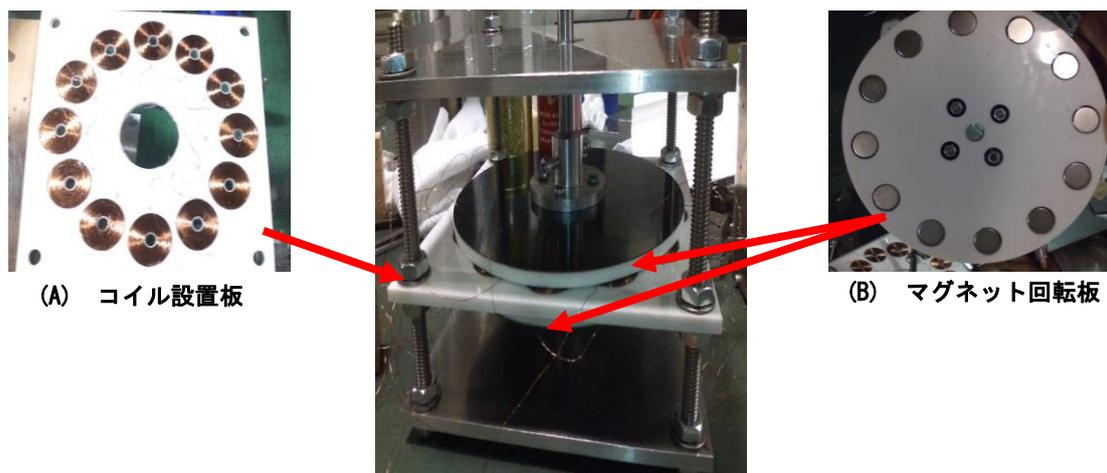


図3 発電機の構造

課題③ 増速機の小型化と屋外設置対策

解決策③

低風速に対して、発電機側への回転数を最低 300min^{-1} に維持するため、入出力比を5と設定しています。屋外設置仕様のため防錆とコストの観点から歯車材質にMCナイロン®を選定しました。さらに、一般家庭用として使うためには、増速機本体を小型化にする必要があります。小型化の観点から、ギヤ比段階を2段と考えるきましたが、MCナイロン®製ギヤの伝達強度を保障する必要

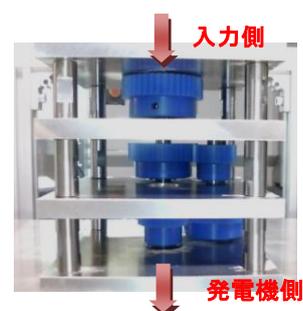


図4 増速機の構造

もあります。設計では、これら両者をトレードオフした結果、3段式を採用しました。製作した増速機を図4に示します。

以上の仕様に関して製作した垂直軸型風力発電機の性能について説明します。今回製作した風力発電機は、充電容量 2050mAh のニッケル水素電池（出力電圧 3.3V）3本に対し、風速 0.8 m/s で回転し始め、実際に蓄電のことが確認できました。しかし、低速回転時の出力電流は、約 1A に満たない結果であった。そのため、一般家庭用バッテリーへの蓄電への活用は、改良を要す結果となりました。

目標として“一般家庭用”を挙げ製作に取り組んできましたが、製品評価段階での課題の洗い出しと試行錯誤による改善に多くの時間を費やしました。結果として、一般家庭で使えるレベルの性能に達しませんでした。製作を通して以下に示す技術的課題についての考察へとつながりました。

「高い効率（充電時間と回転数の相関）を得ようとする」と騒音や危険要素が増え、騒音や危険要素を減らそうとすると効率が著しく低下する」という課題は、吹いている風を捕らえるのではなく、吹いている風を集める方法や、常時回転が可能な新たな機構を加えるなど、新たな視点での改良が必要となります。

風力発電は、羽根、増速機、発電機の三点を具備すれば発電が可能です。しかし、一般家庭用として用いるためには、全体（システム）を最適化する新たな要素装置の開発が今後の課題と考えています。

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

＜製品評価の検証＞

本製作での製作ポイントは、以下の3項目あります。

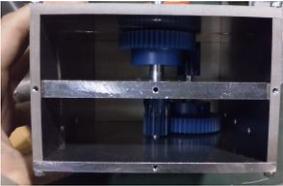
- ①羽根形状の加工方法と形状・強度の評価
- ②発電機の各部（コイル巻製作、回転板同士のクリアランス等）の評価
- ③増速機の起動トルク測定

以上の評価・測定に関して、目的を明確にさせるためのディスカッションに訓練ポイントを置いており、表1に示す品質要件に対し、文献調査や試作を行い、その解決方法の妥当性について検討させました。

表1 垂直軸型風力発電機の品質要件

	要 件	課 題	解決策
羽根形状	断面形状「つ」型への成形方法について	プラスチック材への加熱方法と成形方法の検討する。	加熱法→熱湯 成形法→羽根断面の製作 
	風速 30m/s での耐久性について	プラスチック材（厚さ 1.5mm）のため、補強が必要となる。	形状上、剛性不足方向にプラスチック材を接着。耐久試験未実施。 
発電機	コイルの巻き方法について	エナメル線を整然と密着させて巻く必要がある。	普通旋盤の利用。 
	マグネット回転板の振れ防止について	マグネットとコイルとのクリアランスを 0.2mm 以内にするため、回転板の取付方法の検討が必要である。	フランジ部品の再設計。とくに、はめあい公差の再検討。
増速機	起動トルクの測定について	一般家庭用として使用するため、最低風速値を実験で検証する必要がある。	簡易測定器の設計、製作。
	増速比 5 に対応する歯車構成について	歯車材質MCナイロン®の強度に対応した歯数比の選定する必要がある。	増速段階 当初 2段階 → 最終 3段階

今回は、増速機の一部（黄色網掛け）について訓練ポイントおよび所見を以下に紹介します。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ 課題発見能力 課題解決能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 歯車選定 ・ トルク計算 ・ 強度計算 	<p>◇科内在庫品での試作品製作</p>  <p>歯数比の妥当性の検証を、実際の試作品にて確認。</p> <p>ここでのポイントは、トルク値が計算できたとしても、実際の感覚を学生に体験させることが必要と判断しました。</p> <p>この感覚から、トルクの大ささという判断能力へと繋がりました。その結果、2段から3段へと設計変更への判断基準となりました。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● カタログの読み方 ● 強度計算の概念を提示 材料の機械的性質 力の作用（偶力等）

<所見>

総合制作実習開始までは、教科基準の与えられた課題に対して準備された手順による技術習得型で訓練を行っていました。そのため、学生自らの手で設計から加工、組立・調整および評価をすることは初めてのことであり、今回のテーマは、自らが考え、完遂するためにいかに工夫するかという技術・技能面の習得課題として有効であったと考えます。また、失敗も多い反面、習得したものも多いと考えています。

今回紹介のポイントは、製作過程で生じる問題に対して、グループで話し合い、解決手段を考えることで、技術・技能習得の深みが出てくるところにあります。学生にはこの経験を通し、より現場感覚に近い実践的な能力が養成されたと考えています。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 近畿職業能力開発大学校附属滋賀職業能力開発短期大学校
住所 : 〒523-8510
滋賀県近江八幡市古川町 1414
電話番号 : 0748-31-2250 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/shiga/>