



新潟県三条市
次世代産業創造プロジェクト事業



小型風力発電装置

開発コンセプト

従来の風力発電装置との差別化を図るために、「弱い風での発電」を目指すとともに、強風時の安全面も考慮した構造・設計を重視しました。また小型風力発電の場合、大きな発電が期待できないため、効率的な発電性に加えて斬新なデザインで付加価値を追求する道を選択しました。

回転体や発電機については、単なる風力発電装置の一部として完結させるのではなく、水力発電分野を含めた多用途展開できるシステムの構築を目指しています。

開発経緯

【第一弾ステージ】平成21年11月～平成23年3月

風力発電装置の開発には、まず羽根に使用する素材・形状・ダイナミックバランスなど、回転体に対する広範な知識が必要となります。そこで、(一財)燕三条地場産業振興センターに小型風力発電装置の開発を委託し、産学官連携プロジェクトの形成を通じて、プレートに3種類の金属材料を使用するなど回転体を中心とした試作・開発を実施し基礎的なノウハウを修得しました。

【第二弾ステージ】平成24年10月～平成27年3月

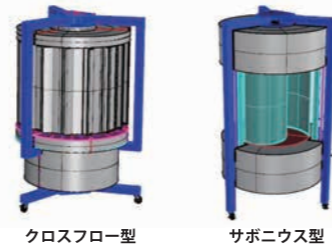
第一弾ステージの結果から、回転体にとまらず低風速域で機能する高効率な発電機や制御技術の開発など、性能向上に繋がる新たな取り組みが重要であることがわかり、第二弾ステージでは回転体・発電体・蓄電体・制御系など風力発電装置を構成する主要要素すべての試作開発に取り組むこととしました。

また、第二弾ステージでは将来の事業化に繋げていくため、装置の仕様など構想段階から全て市内企業を中心とした産学連携体「E-Cubic研究開発共同体」に委託し、設計・試作・解析という一貫した開発に挑戦しております。

初年度の平成24年度は装置の仕様等のグランドデザインを作成。平成25年度は回転体・発電体の開発を終え、蓄電・制御・構造体などの総合的な開発に取り組み、試作機の屋外設置まで終了しました。平成26年度は性能試験の結果を通じた改良・改善を図り最終モデルの開発を行いました。

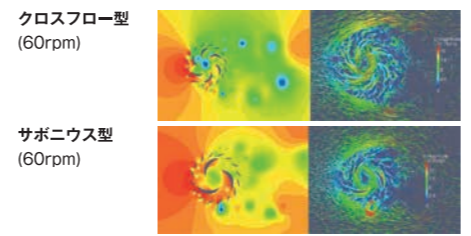
開発プロセス

回転体の種類



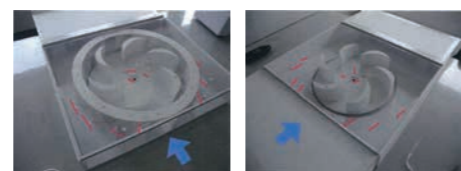
全国的な平均速度である2m/秒の微風下でも発電可能な性能を想定し、低回転でもトルクを得られる抗力型風車を採用しました。

二次元流体解析の結果



ローター内部の流れ場はガイドの有無に影響を受けないことが確認された。クロスフロー型とサボニウス型の二つの装置を実際に試作・評価するとともに、流体力学的な解析も実施し、最終的にはクロスフロー型を採用しました。

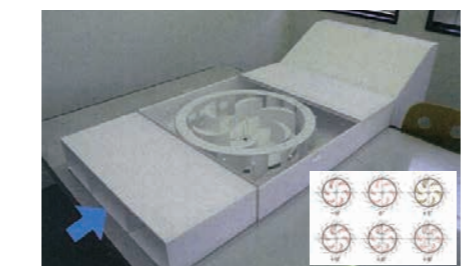
シャッター機構の有無による風の流れの検証



シャッター(外羽根) 有りの場合
風下に向かって右側は外羽根が風を効率良く内羽根に導き、逆に左側は内羽根に対して向かい風を遮ってくれる。

シャッター(外羽根) 無しの場合
風下に向かって右側は内羽根を動かす原動力となるもの、左側の風は回転の抵抗となっている。

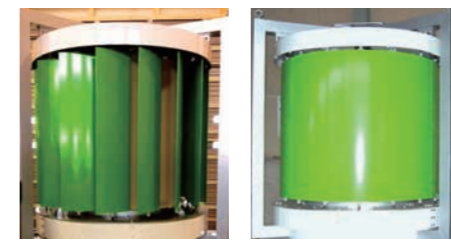
モックアップによるローターの羽根角度の検討



ローターの翼角度を変化させ風速と回転数を評価した結果、0°～+10°の範囲で最適値が確認された。

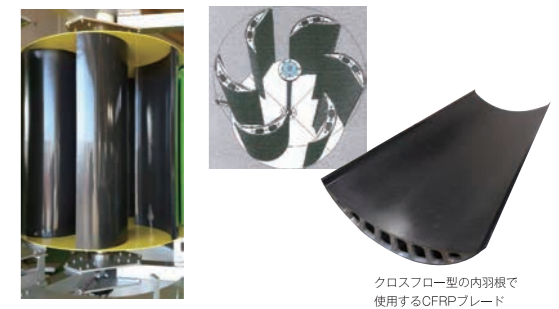
クロスフロー型回転体

外羽根の開閉状況



クロスフロー型の回転体は、回転重視の6枚の内羽根に対して外側に16枚の外羽根を配置しています。通常の風速下では外羽根を開くことで風の呼び込みガイドとして機能するとともに、強風時には自動で外羽根が閉じるシステムを構築しました。これにより、過剰な回転を抑制するという安全性を実現しました。

CFRPを用いて試作した回転体内羽根



当初アルミニウム合金で製作していた回転羽根を、弱い風に対する応答性を向上させるためCFRP製に変更し、一枚あたりの重量を50%以下とする軽量化を実現しました。

インナーローター型発電体



インナーローター型の発電装置は、磁石をローター(回転子)にして内側に配置し、巻線をステータ(固定子)にして外側に配置したのですが、アウトローター型に比べて回転しやすい特徴があります。コイルを巻くための「巻線機」の開発から着手しましたが、絶縁コーティングやプレス加工を併用し、空芯コイルを作成しました。完成した18個のコイルと24個のネオジウム磁石を各々電磁鋼板上に配置し、ギャップを極力小さくしながら発電装置を完成させました。

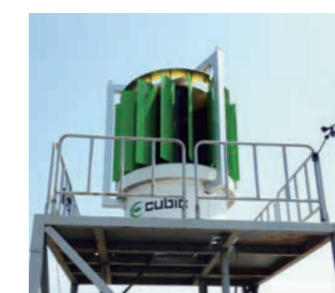
独自に開発した動作試験器



動作試験器

試作した発電機は、新規に開発した動作試験器により出力特性を解析しながら発電効率の向上を図りました。その結果、100rpm以下から発電を開始し、300rpmで50w以上の電力を発電する試作機の完成に至りました。特に低回転からの発電効率の向上と、過負荷をかけた場合の安全性向上などを図っています。

フィールド試験



フィールド試験中の試験機

共同企業との敷地内に試作機を設置し、自然界における風をエネルギーとして発電性能の評価と改良に取り組んでいます。設計通り2m/s程の弱い風から発電を開始することが確認されています。



試験機の性能評価システム

最終モデルの開発

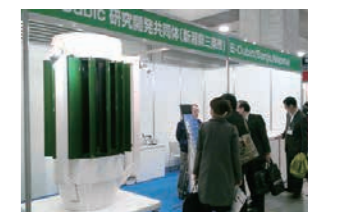
(一財)燕三条地場産業振興センターへの設置を前提に、外観形状全体を再検討。プロポーシヨンのバランスを考慮し回転体のサイズを変更しました。回転体内部の軽量化など改良を行い、広告塔としての機能を加えました。

装置の特長

- ・2m/s(日本国内の平均風速)の微風下で発電可能
- ・回転体外部機構(意匠登録済)によって強風下の破損を回避
- ・設置場所の風況に応じて最適な仕様にカスタマイズ可能
- ・風力以外の回転運動にも利用可能な発電体
- ・太陽光パネルとのハイブリッド活用に対応したコンパクトな制御装置
- ・広告塔としての機能を備えた風力発電装置

第三回国際風力発電展(WIND EXPO2015)への出展

平成27年2月25日～27日に東京ビッグサイトで開催された、第三回国際風力発電展(WIND EXPO2015)へ出展し、外羽根の開閉実演と発電機の展示を行いました。



E-cubic とは…

新潟県三条市 次世代産業創造プロジェクト事業の委託を受けたシマト工業(株)、(株)野鳥製作所、板垣金属(株)を中心とした共同組織です。風力発電装置の開発を通じ、様々な要素技術の開発を行うと共に地場技術等のPRを行い、ものづくりの町・新潟県三条市の発信と向上、新たな展開を目指して組織されました。

構成企業	所在地	主要製品等	開発協力	所在地
シマト工業(株)	新潟県三条市	物流機器部品、農業機械部品、住宅建築用足場	一級工業高等専門学校 若前研究室	岩手県一関市
(株)野鳥製作所	新潟県三条市	自動車用品・部品、建築部材、電力部品	(株)コボ	愛知県名古屋
板垣金属(株)	新潟県三条市	介護用品・部品、FA機器部品、レーザ装置販売	(株)タンジェントデザイン	新潟県新潟市
エフテック(株)	新潟県新潟市	各種コントローラ駆動機器、教育用ロボット関連機器		
(有)アイエスマック	新潟県長岡市	各種産業用機械の開発・設計・製造		