

# 低コストの小形垂直軸風車に関する研究



## 再生可能エネルギー工学研究室

● 研究責任者  
工学部 機械物理系学科  
教授 原 豊

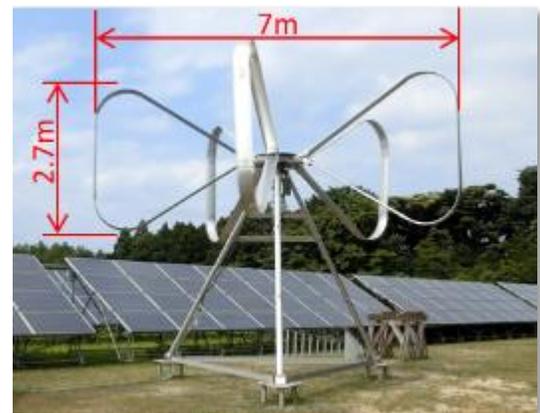
<http://www.damp.tottori-u.ac.jp/~lab6/index.html>

『Wind Oasis』コンセプトのイメージ : 「ICARDAのチックピーの育種圃場」(JIRCAS)  
<https://www.flickr.com/photos/jircas/36555552042> を加工して作成

### 研究概要:

特性の風向依存性が無くシンプル構造となりえる垂直軸風車をベースとして、低コストの小形風力発電機を開発し、社会実装して普及させることを目標としています。小形垂直軸風車のウインドファームを乾燥地に適用する『Wind Oasis』コンセプトも提案しています。

- 従来型と異なるループ状の翼形によって、性能向上とコストダウンを可能とするバタフライ風車を考案・試作しています(文献1)。
- 強風時においても発電を継続し設備利用率を高める工夫として、垂直軸風車に適用可能な機械式の過回転抑制機構を開発しています。



小形垂直軸バタフライ風車(静止時)



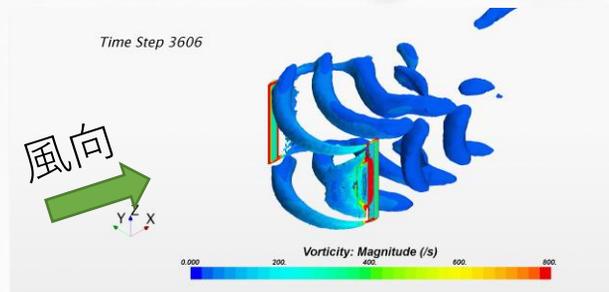
機械式過回転抑制機構



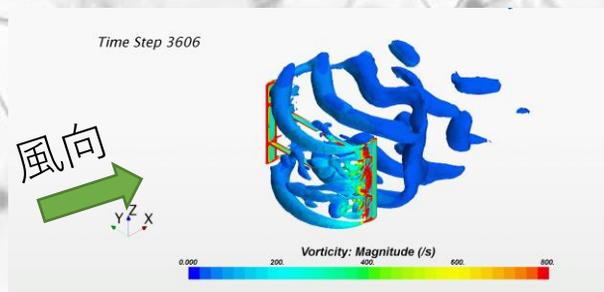
高速回転状態(翼のツイスト時)

2枚の直線翼を持った垂直軸風車の数値流体力学解析(CFD)により、アームの有無およびアーム断面形状の風車性能への影響を調べました(文献2)。このCFD解析によって、基本的にアームを持たないバタフライ風車の有利性を示しました。また、同じ直線翼垂直軸風車を対象として、風車ロータの回転軸が風に対して傾斜した場合の出力変化および後流(風車の後方の流れ場)における速度の回復への傾斜角およびアームの影響も調べています。

現在は、バタフライ風車の3次元CFD解析も実施を検討中です。これにより、翼が傾斜した状態が後流の速度回復に及ぼす影響を明らかにしようとしています。



風車ロータから放出される渦（アームなし）



風車ロータから放出される渦（アームあり）

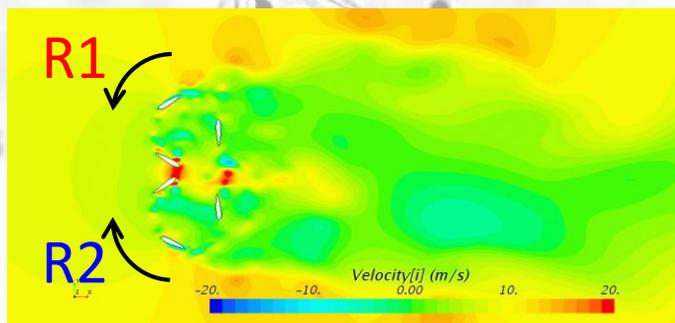
2つの垂直軸風車を近接して設置すると、風向によっては、2つの風車が互いに風速を強めあい、単独の風車2つよりも大きな出力を発生する状態があることが知られています。

そこで、動的な相互作用を考慮できるモデルを利用して、2次元の垂直軸風車ロータのCFD解析を行い、近接配置したペア風車の間隔や回転方向（同方向回転・互いに逆回転）によるペア風車の特性を調べています（文献3）。

現在は、風向も16方位にわたって変化させてCFD解析を行っています。

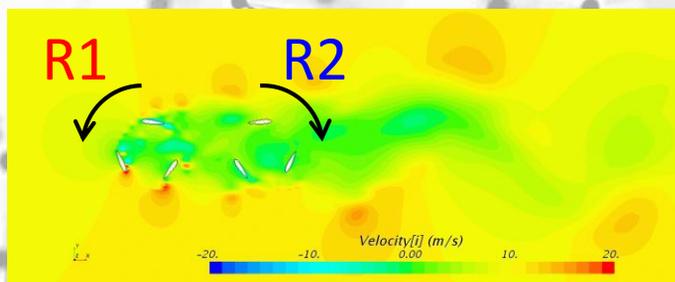
最終的には、最適な垂直軸風車の設置方法を見出すことが目標ですが、ペア風車の相互作用を科学的に明らかにすることが本研究の目的の一つです。

10m/s

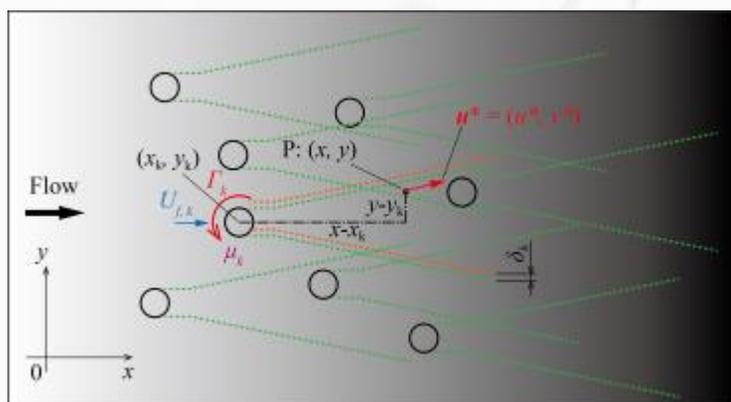


並列配置された互いに逆方向に回転する風車のCFD解析

10m/s



縦列配置された互いに逆方向に回転する風車のCFD解析



小形垂直軸風車を密接配置したウィンドファームの簡易モデルによるシミュレーションの模式図

CFD解析は比較的信頼性の高い予測が可能ですが、計算結果を得るまでに長い時間が必要です。また、風車の個数を増やすことも計算コストを増加させます。そこで、小形垂直軸風車のウィンドファームのシミュレーションを短時間で実行可能とする簡易モデルの構築を現在行っています。

この簡易なモデル計算がCFD解析の結果をうまく模擬できれば、最適な風車配置の探索を現実的な計算時間で実施できることが期待されます。

- (1) Hara, Yutaka; Tagawa, Kotaro; Saito, Shigenori; Shioya, Keisuke; Ono, Takeshi; Makino, Kenji; Toba, Kazutoshi; Hirobayashi, Takakazu; Tanaka, Yousuke; Takashima, Kazuo; Sasaki, Susumu; Nojima, Kengo; Yoshida, Shigeo, Development of a Butterfly Wind Turbine with Mechanical Over-Speed Control System, DESIGNS, 2(2), 2018
- (2) Hara, Yutaka; Horita, Naoki; Yoshida, Shigeo; Akimoto, Hiromichi; Sumi, Takahiro, Numerical Analysis of Effects of Arms with Different Cross-Sections on Straight-Bladed Vertical Axis Wind Turbine, ENERGIES, 12(11), 2019
- (3) 山本 柊; 原 豊; 上代良文, 近接した2つの垂直軸風車の動的相互作用に関する数値解析, 日本機械学会中国四国支部第57期総会・講演会, 604, 2019