

# 小型垂直軸可変ピッチ風車の開発

小作 敏晴 (広島市立大学大学院 情報科学研究科 数理システムデザイン講座)

## 研究概要

### 研究背景:分散型電源に適した小型風力発電の開発

風車の種類 (揚力利用タイプ)

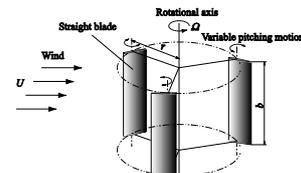
- 水平軸風車 (HAWT) ...ロータの回転軸が水平
  - 3枚翼プロペラ型は高効率で現在の大型風車の主流
  - 洋上風力など集合型風力発電に適した形式
  - 騒音や景観への配慮が必要な都市部での設置に適さない
- 垂直軸風車 (VAWT) ...ロータの回転軸が風向に対して鉛直 (垂直)
  - ダリウス型はヨー機構が不要でプロペラ型と同等の効率
  - 小型は低騒音で困り設置可能→都市部での設置に適している
  - 自己起動性が悪い (静止状態から風が吹き始めても回らない)
  - 空力解析・設計が困難 (理論値と計算値が合わない)



水平軸風車  
(3枚翼プロペラ型)



垂直軸風車  
(ダリウス型)



垂直軸可変ピッチ風車  
(空力解析モデル)

### 研究目的

ブレードの可変ピッチ機構を備えた小型垂直軸風車の開発

### これまでの研究内容

- 運動量理論と翼素理論に基づく最適ピッチ角変化と空力性能の計算
- 電動式可変ピッチ機構による高効率な小型直線翼垂直軸風車の開発
- CFDによる垂直軸可変ピッチ風車まわりの非定常二次元流れの解析

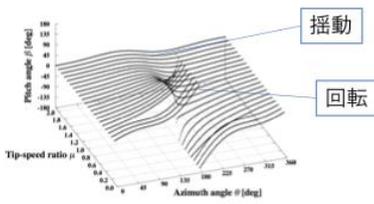
## 電動式可変ピッチ機構による高効率な小型直線翼垂直軸風車の開発

### 研究概要

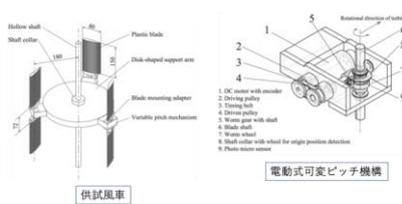
- 単一流管理論に基づく翼の最適迎角変化と最適ピッチ角変化の解析
- 最適ピッチ角変化を実現する電動式可変ピッチ機構を実装した風車の設計・製作, および風洞実験による空力性能評価

### 結果

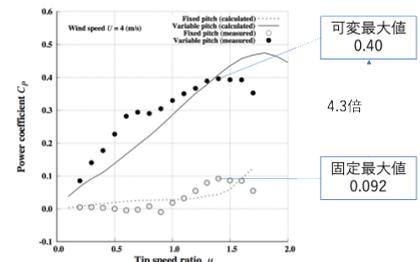
- 最適ピッチ角変化は, 低周速比域で回転運動, 高い周速比域で揺動運動になる
- 固定ピッチより可変ピッチの方がパワー係数は最大約4倍増大する



最適ピッチ角変化



設計・製作した小型風車



風洞実験結果

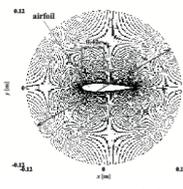
## 垂直軸可変ピッチ風車まわりの非定常二次元流れ解析

### 背景と目的

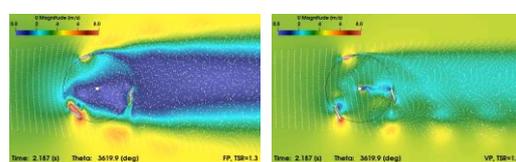
- 一般に垂直軸風車のまわりの流れは「剥離」を伴うため複雑 (→理論解析が困難, 実機実験は高コスト)
- URANSによって垂直軸可変ピッチ風車のまわりの非定常二次元流れを解析する。

### 結果

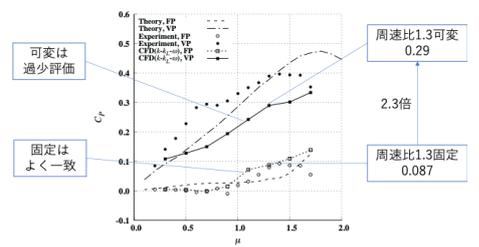
- 計算した周速比の全域で可変ピッチの方が高効率
- 可変ピッチ計算は風洞実験値を過小評価する (固定ピッチは良く一致)



翼まわりの計算格子



解析例 (周速比 1.3, 左: 固定, 右: 可変)



数値実験結果