

小形風力発電機の高性能化に向けた開発 (固定ハブの可変制御化)

工学部 機械工学科 准教授 林 長軍
 福岡大学名誉教授 江崎 丈巳
 (株式会社FEV再生可能エネルギー開発技研)

Abstract: 小形風力発電は、FIT引き下げで、事業が困難なものになった。しかし、高空設置が容易な小形は、高速風下での発電単価を5~6円/kWh位に引き下げることができ、将来発電の中心となり得る。本開発・研究では、山岳で張架式に用いる固定ハブ風車の可変ピッチ化で、カットアウト風速域の拡張により発電量を大幅に増やせる機構を開発したので以下に紹介する。なお、本機構は、既存の固定ハブの置換も可能であり、大幅な発電量増が期待できる。

Key words: 高空の未利用資源活用、平均風速、エネルギー密度(w/m²)、風車ダウンサイジング、発電効率、設備重量、発電単価

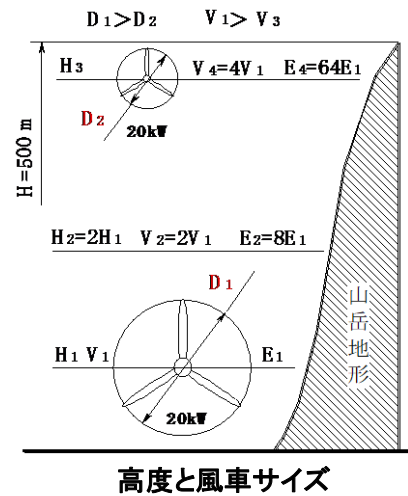
小形風力発電時代の到来

1) エネルギーと高度の関係

$$E = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3$$

$$= \frac{1}{2} \times \rho \times \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \right) \times V^3 \quad (1)$$

↑ 風車径 (m) ↑ 風速 (m/s)



2) 開発風車のパワーカーブ

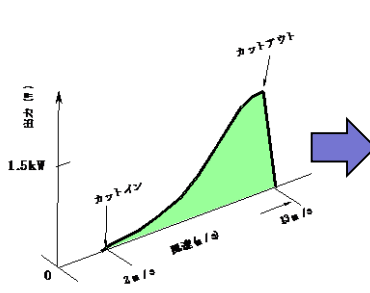


Fig. 1 固定ハブ

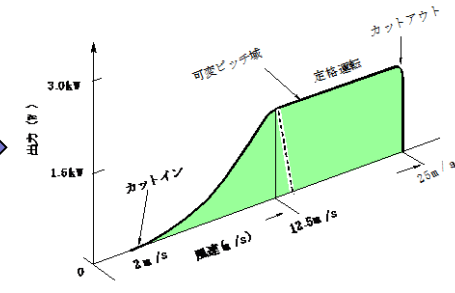


Fig. 2 可変ピッチ (Step 1)

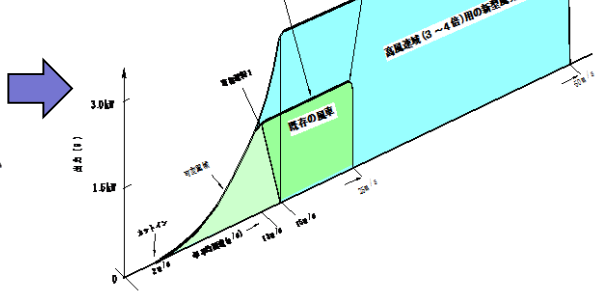


Fig. 3 高平均風速風車 (Step 2)
(次世代型: 大出力化)

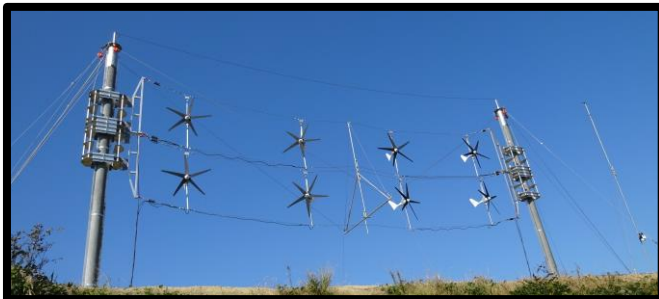


Fig. 4 張架式風力発電装置 試作1号機

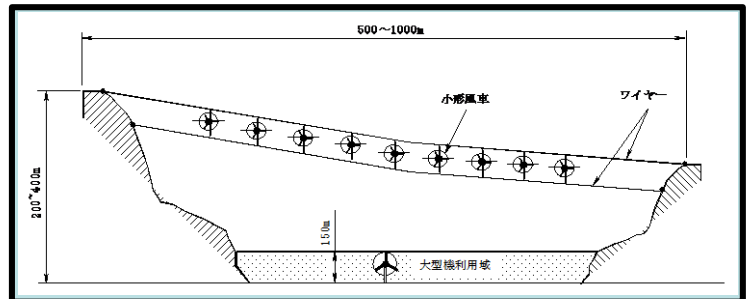


Fig. 5 山岳地形を利用した装置

3) 風エネルギーと風車径

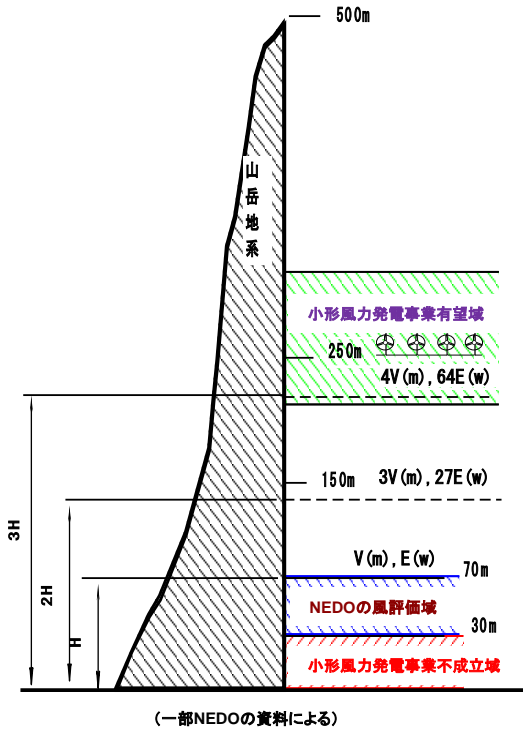


Fig. 6 高度と発電域

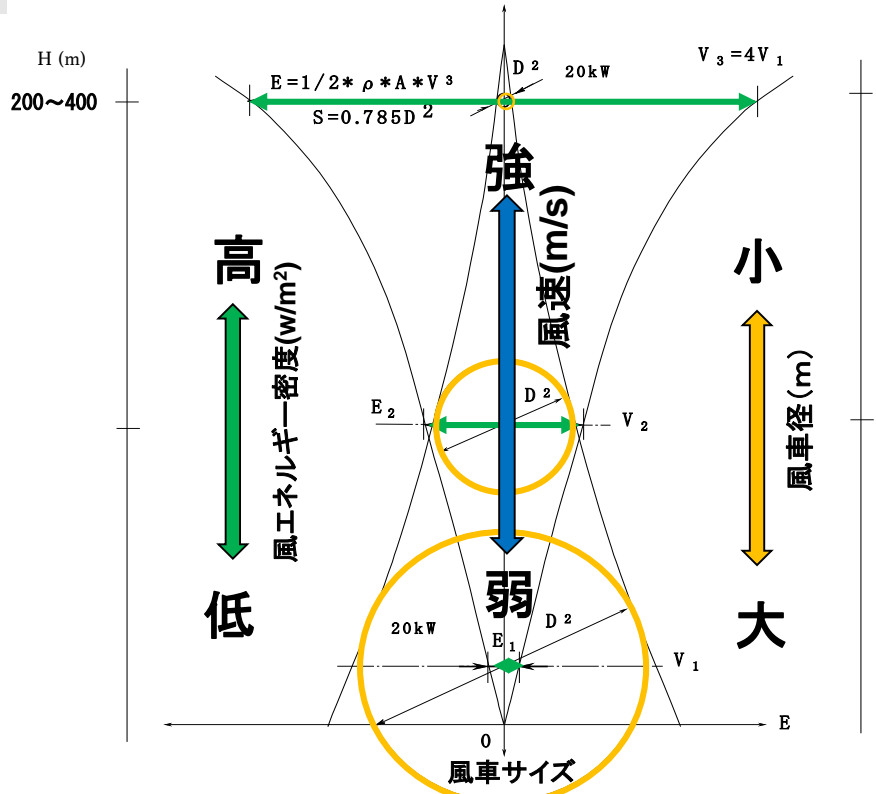


Fig. 7 山岳高度と風車サイズ



<https://ja.wikipedia.org/wiki/>
 $\phi 0.8\text{m } 5\text{kW}$, $\phi 1.6\text{m } 20\text{kW}$
 $V=100\text{m/s}$ 付近。歴史的には、独Luftwaffeでロケット推進機に風車 ($V=100\sim 300\text{m/s}$ 付近) が使用された例がある。

Fig. 8 高速風発電機例

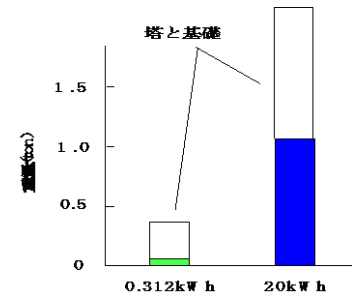


Fig. 9 設備重量比較

4) 固定ハブ対応の開発風車2種類

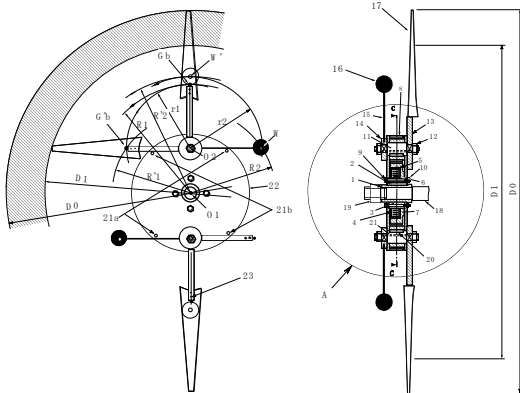


Fig. 10 可変径ローター(回転制御)

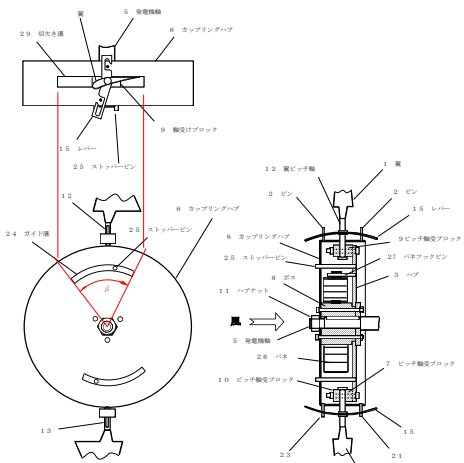


Fig. 11 可変ピッチ(トルク制御)

5) 可変ピッチ風車

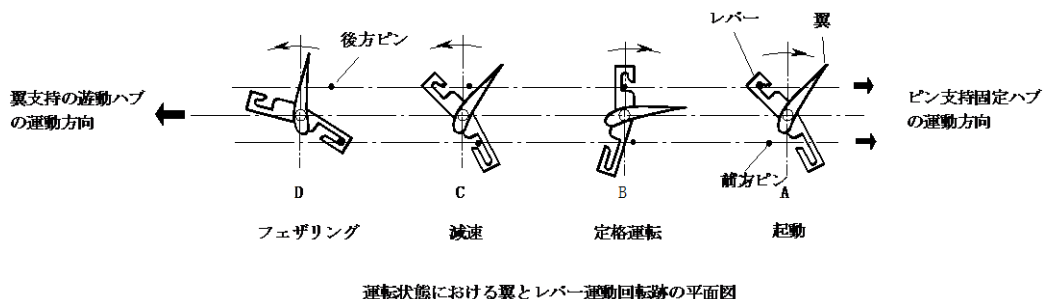


Fig. 12 カットインからカットアウトの翼レバー動作

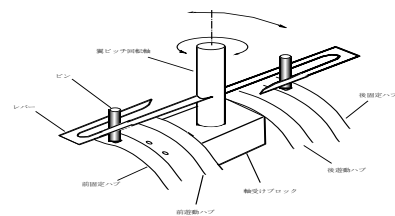


Fig. 13 可変レバーの作動状況

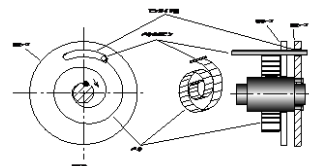


Fig. 14 遊動ハブの与圧構造

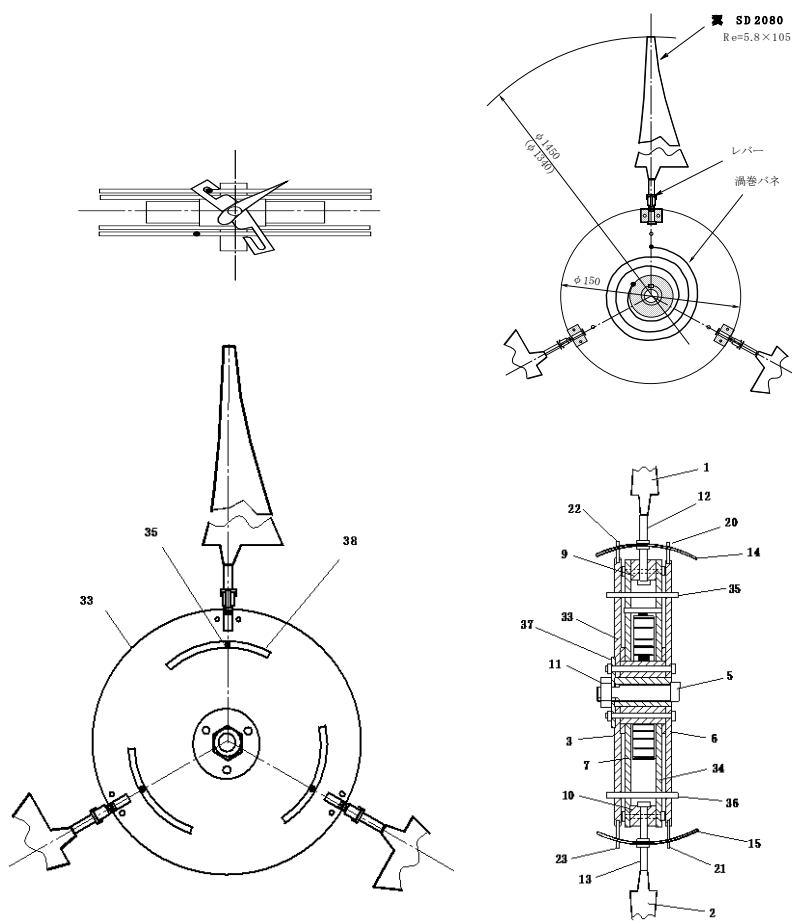


Fig. 16 装置の三面図

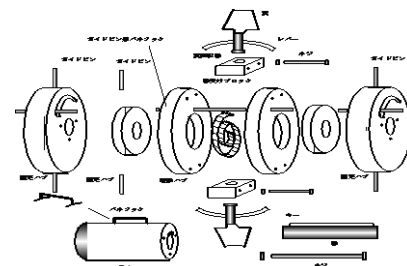


Fig. 15 可変機構の展開図

発電単価の比較

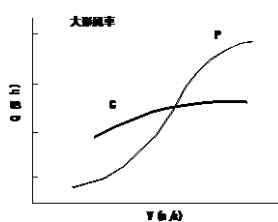


Fig. 17 大形風車

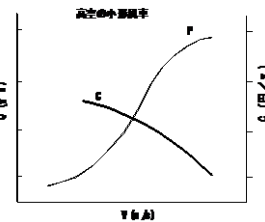


Fig. 18 小形風車

Conclusions:

- 1) 上空には、質・量とも地上付近と異なる膨大な風エネルギーが存在
- 2) わが国特有の山岳地形と索道技術により、高空のエネルギー採取は十分可能
- 3) 高空の高速風は、高効率発電の外に、風車ダウンサイジングが可能
また、風車群の受風状態が帯状で、ローター上下の風速差がなく、発電効率が大型に比べ良い
- 4) 高空での風力発電は、膨大な未利用風力資源の活用につながる
- 5) 本機構は、固定ハブの可変ピッチ化を可能にし、小形風車に大幅な発電量増を可能にする