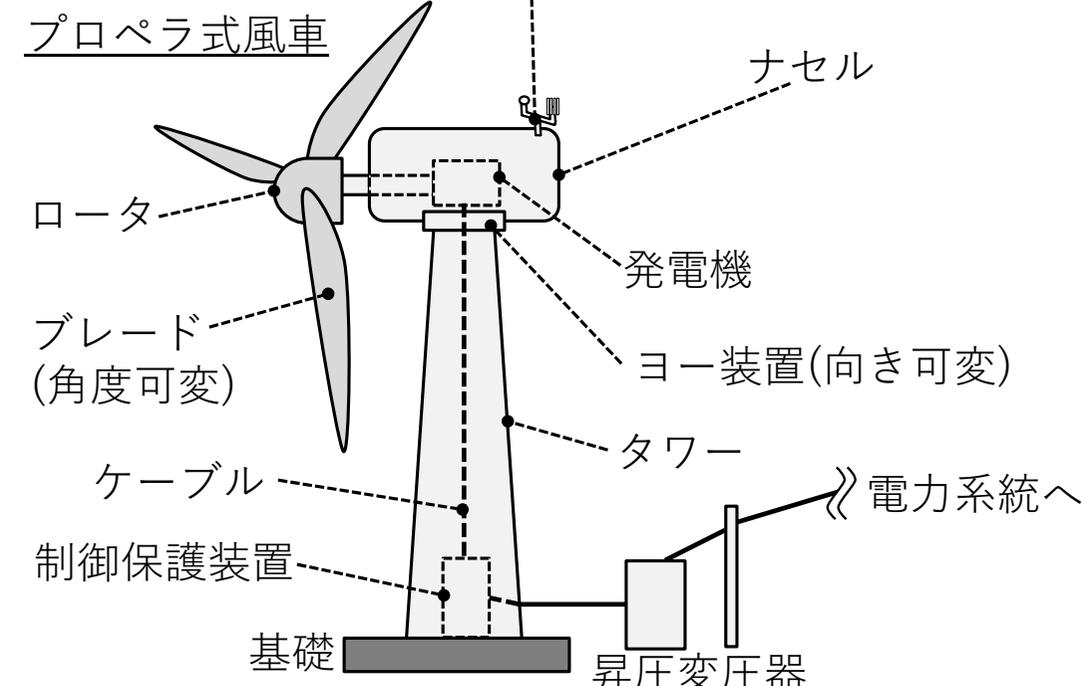


風力発電 《風車構造と回転原理》

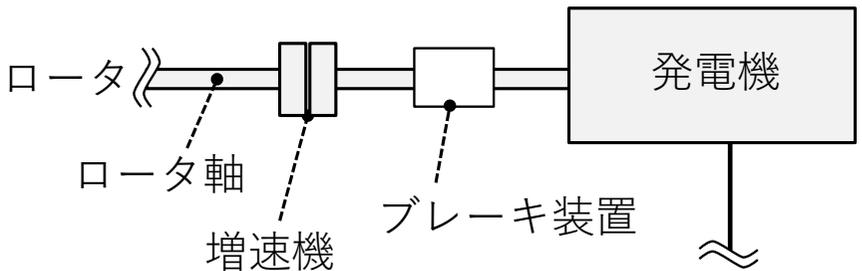
■全体構造



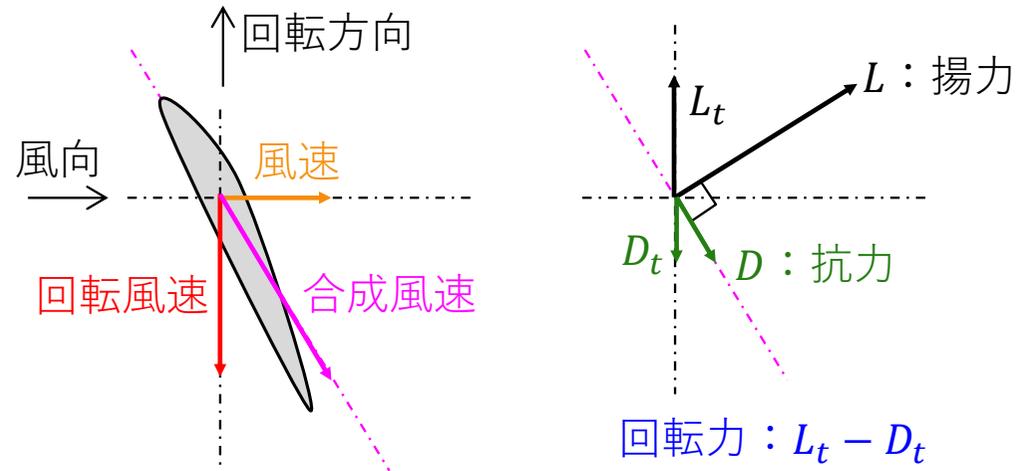
■代表的な風車種類



■ナセル内部詳細



■回転原理



合成風速によってブレードに発生する揚力と抗力の回転方向成分の合成が、回転力となる。

風力発電 《風車の発電電力》

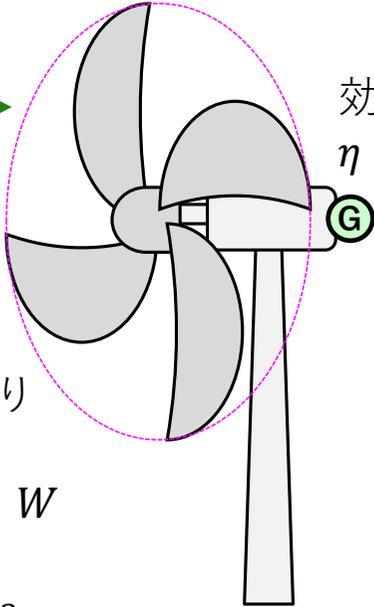
回転面積[m²] : A

風速[m/s] : v

$$Q = Av$$

流量[m³/s] : Q

密度[kg/m³] : ρ



質量[kg/s] : m = ρQ ※1秒当り

1秒当りの運動エネルギー[J] : W

$$W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho Qv^2 = \frac{1}{2}\rho Av^3$$

発電電力[W] : P = 仕事率 × 効率 = $\frac{1}{2}\eta\rho Av^3$

※回転面積に比例して、風速の3乗に比例する。

$\eta = C_p \times \eta_g \times \eta_m \times \eta_0$

例) $\eta = 0.45 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.95 \doteq 0.39$

C_p : ロータ変換効率[p.u.]
 ※理論的に C_p の上限は0.593(ベッツの限界)

η_g : 発電機効率[p.u.]

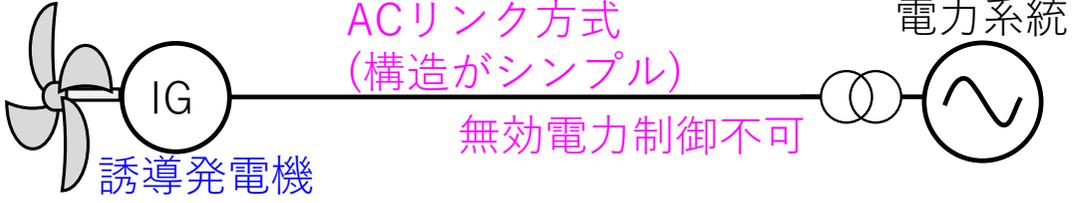
η_m : 増速機効率[p.u.]

η_0 : その他の効率[p.u.]
 (方位ずれ、突風などによる損失分)

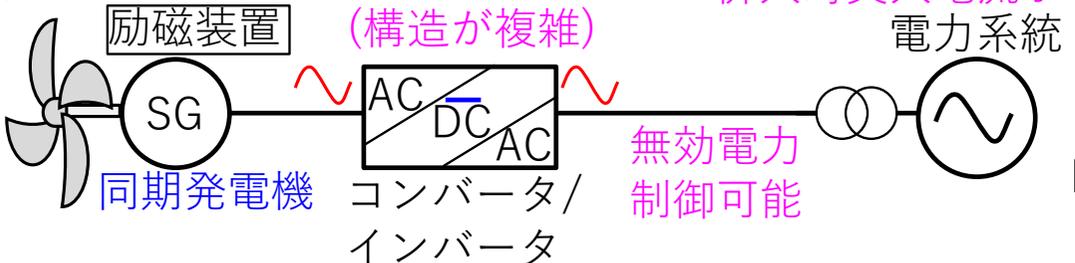
風力発電 《風力発電の制御・保護》

■発電システム

回転速度ほぼ一定



回転速度が可変



■カットイン風速 (3~5m/s)

風車が発電を開始する風速

■定格風速 (8~16m/s)

発電機が定格出力を出す風速

■カットアウト風速 (24~25m/s)

強風で風車が破損しないように発電を停止する風速

■出力制御 (ピッチ制御)

ブレードの取付角 (ピッチ角) を可変としてカットイン風速から定格風速まではピッチ角を最小として風エネルギーを最大限に受ける。定格風速以上ではピッチ角を増加して風のエネルギーを逃がす。カットアウト風速以上ではピッチ角を風向に対して平行 (フェザー状態) にして回転を止める。

■出力制御 (ストール制御)

ピッチ角固定で、強風時はブレード形状の空気力学的特性により、失速して出力が下がることを利用。
※ピッチ制御より安価だが発電効率で劣る。

■ヨー制御

ロータの向きを常に風と正対するように首をふる。
(10分程度の周期で風向き頻度が多い方向へ)

■系統連系保護機能

単独運転検出装置あるいは転送遮断装置にて単独運転を検出して風力発電を電力系統と切り離す。

※転送遮断装置

電力系統の配変電所から遮断器の開放信号(停電)を専用の通信線で受信する。

風力発電 《風力発電の特徴》

■風力発電の長所

- ・ 枯渇の心配がない国産エネルギーであり、化石燃料のような調達リスクがない。
- ・ CO₂などの温室効果ガスや NO_x,SO_xなどの大気汚染物質を排出しない。
- ・ 他の発電方式に比較して建設工期が短い。

■風力発電の短所

- ・ 風況のよい陸地の確保が困難。洋上風力は建設費がかかり発電コストが高くなる。
- ・ 風速は自然任せであり、発電電力の変動が大きく間欠的。
- ・ 固有周波数の騒音が発生し、景観にも影響を与えるので、付近住民への配慮が必要。
- ・ 単位面積あたりのエネルギー密度が低く、大出力を出すには広範囲に多数の風車設置が必要。
- ・ 台風、落雷、着雪、塩害など自然現象・環境による影響を構造上受けやすい。
- ・ バードストライクなど生態系への影響が懸念される。