

## 種類と特徴, 原理と用語, 取り出しているエネルギーなど

## ◆ 第1章

# 風力発電の基礎

## 1-1 風力発電機の種類と特徴

風を利用した風車の歴史は古く、数千年前には利用されていたといわれます。風車の機械的動力は、製粉や揚水に利用されてきました。しかし、現在ではそのほとんどが発電に使われています。風のエネルギーを電気エネルギーに変換することにより、揚水や製粉のように限られた用途と違って、加工して多方面で活用できるようになったといえます。

このようなことから風車は「風力発電」、「風力タービン発電」などと呼ばれるようになってきました。

### ■ 風力発電機の種類

風力発電機といってもいろいろな種類があります。まずは羽根の形態ですが、プロペラ型、オランダ風車型、多翼型、ダリウス型、サボニウス型など、いろいろな形があります。

風車の種類は、風車の回転軸が水平に置かれているか、垂直に置かれているかによって「水平軸型風車」と「垂直軸型風車」に大きく分類されます。

垂直軸型風車は、風車の回転面を風向に追尾させる方向制御機構が不要になる点が大きな特徴といえます。

#### ● プロペラ型風車

風力発電に使用される最もポピュラなタイプは、写真1-1と図1-1のようなプロペラ型風車です。プロペラ型は、羽根の回転軸が水平になるため水平軸型風車と呼ばれますが、ブレードは飛行機のプロペラと同じ断面をもっていて高速回転をします。

流体力学的には風車の翼数が少ないほど高速回転するとされ、中には高速に回転させるため1枚羽根や2枚羽根の風車もありますが、一般的にバランスが優れている3枚羽根が圧倒的に多く使われています。回転数より、むしろトルクを大きくするため5～6枚羽根が使われることもあります。

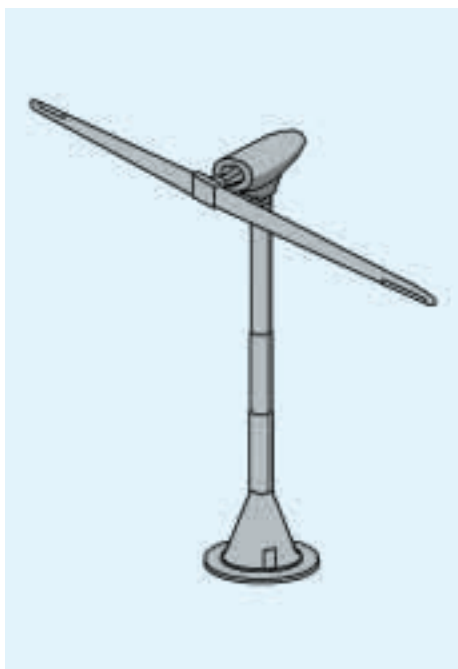
プロペラ型は高速回転に優れた特性をもっていますが、反面で騒音が大きいとか、首振り運動による効率ロスを抱え、カットイン風速(3～4 m/s)がやや高くなるという問題があります。

しかし、プロペラ型風車は、風力発電機において最もポピュラな存在で、マイクロ風車から大型風車まで多用され、最近ではブレードの直径が70 m以上あるものも登場しています。今後、大型風車は時

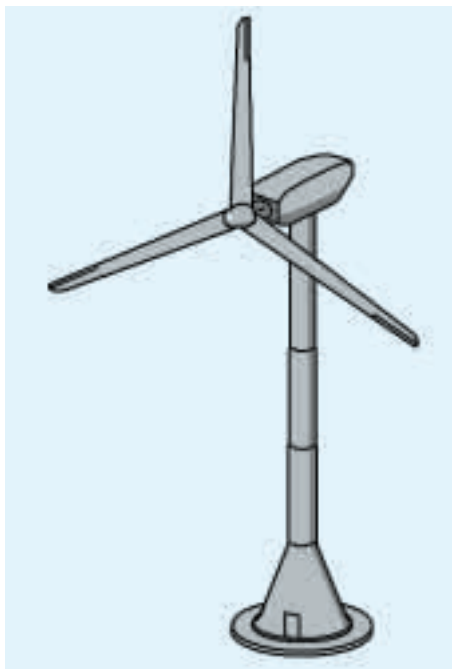
〈編注〉図面番号に<sup>K</sup>印を付したものは筆者の直筆イラストです。



〈写真 1-1〉プロペラ型風力発電機の実例(神奈川県三浦岬)



(a) 2枚羽根



(b) 3枚羽根

〈図 1-1〉<sup>K</sup>プロペラ型風力発電機

代の要請に応じて大型化するとともに、山上、海洋上にも設置されていくと思われます。

### ● オランダ型風車

よく知られている風車としては、写真1-2のようなオランダ型風車があります。

中世以降から田園風景の中で、風車小屋に取り付けられた4～6枚羽根を風の力で回し、その力は小屋の内部に設置された揚水ポンプを駆動したり、穀類の脱穀・製粉処理に使われてきました。羽根は木製で、障子の格子のようになっており、そこに布を巻いて風を受ける構造になっています。季節ごとの風向きが変わりますが、当時は人力により風の来る方向に羽根を向けていました。もちろん、風が強くなる時は布を外せばよいわけです。歴史的に古くから実用化されており、現在でも観光用として活躍しています。

回転速度は遅いものの、トルクが大きく、電気時代以前に風の力を物理的回転エネルギーに変換して利用しようとした英知がうかがえます。

### ● 多翼型風車

アメリカの西部劇に登場する図1-2のような多翼型風車があります。この風車は羽根が沢山付いており、約20枚の羽根をもつ風車で、主としてアメリカ中西部の農家や牧場を中心に揚水用として使用されてきました。この風車は羽根が多いため回転数は低くなりますが、比較的トルクが大きくなるという特徴があります。したがって、揚水用に適しているといえます。今でもアメリカの田舎を旅行すると見かけることがあります。

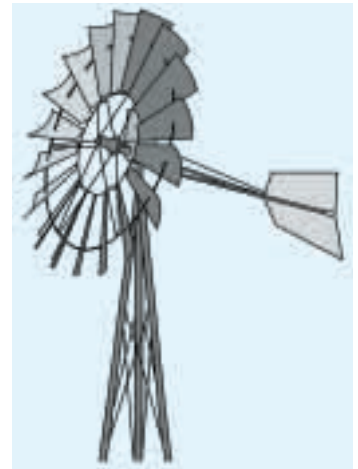
回転力が強く、音は静かであり、アマチュアでも容易に風車を取り付けたり、修理もできることから、海外ではボランティア活動において中小型の揚水動力源として活用されています。

### ● サボニウス型風車

垂直軸型風車の代表としてサボニウス型風車があります。発明者であるフィンランド人の名前を取ったもので、図1-3のように、半円筒型の羽根2枚で構成され、左右の羽根を互い違いに円周方向に多少



〈写真1-2〉 オランダ型風車の実例



〈図1-2〉多翼型風車

重なり合う部分を残し、ずらして組み合わせたものです。したがって、二つのバケット(半分割された円筒)の間を通り抜ける風が、反対側バケットの裏面に流れ込むようにすることにより、回転方向に押す作用と向かい風の抵抗を抑える力となり、回転効率を上げています。写真1-3は足利工業大学構内に設置されている風車で、サボニウス風車を3段に分け、60°ずつずらして配置されています。

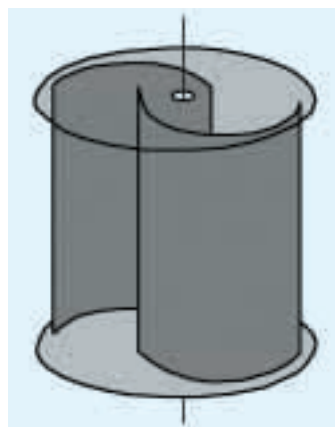
この風車はプロペラ型などの風の「揚力」を利用するのとは違って「抗力」が主体となっている点が大きく違います。したがって、後述しますが、周速比はほぼ1となり、回転数は低くなり、音は静かで、トルクが比較的大きく、揚水などに適しています。特徴は、風向に関係なく回転させられることです。

● ダリウス型風車

同じく垂直軸型風車としてダリウス型風車(図1-4、写真1-4)があります。これも発明者の名前を採



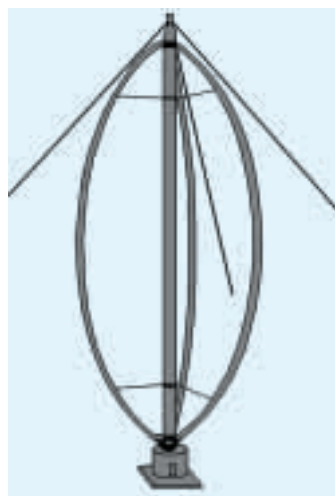
〈写真1-3〉  
サボニウス型風車の実例  
(足利工業大学)



〈図1-3〉Kサボニウス型風車



〈写真1-4〉ダリウス型風車の実例



〈図1-4〉Kダリウス型風車