

## よく飛ぶプロペラの実験と工作

千葉市立星久喜小学校  
第6学年 風間 怜郎

### 1 研究の動機

昨年の風力発電のプロペラ研究から、羽根の向きや角度、長さなどで風を受けた時の回転のしやすさが変わることがわかった。昨年の研究に加えて、総合的な学習で取り組んだ竹とんぼ作りに興味を持ち、飛行機や風車の羽の仕組みも考えながら、よく飛ぶプロペラの形状を研究することにした。

### 2 研究の内容と方法

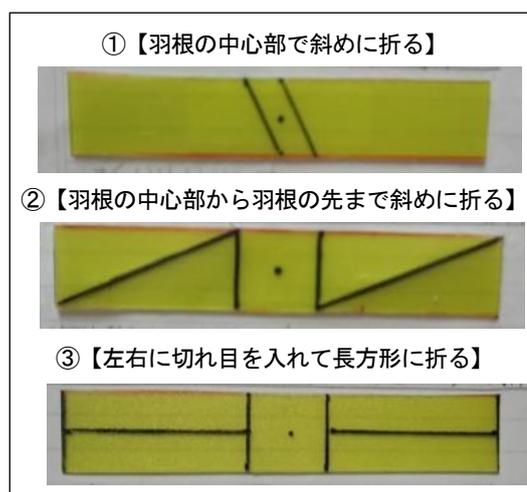
左右の羽のバランスや材料、大きさや角度を検討し、実験に適したプロペラとんぼを作成した。更に、飛ばし方や記録のはかり方など同じ条件のもと実験を進めた。羽根をつける位置、曲げる向き、角度、面積、長さ、枚数、羽根を集める位置と条件を変えながら実験を行い、よく飛ぶプロペラの形状について検証していく。

### 3 研究の成果とまとめ

#### (1) 実験用プロペラとんぼの作製

左右の羽のバランスは実験用のプロペラとんぼを作るときの大事な条件になると考え、バランスを取る前と取った後での飛び方に違いがあるのか確かめてみることにした。実験の結果、左右のバランスが取れている方が、耐空時間や飛んだ高さともに記録が伸びることがわかった。

素材は、紙（ケント紙）、板、プラバン用の板、プラスチック板で検証したところ、プラスチックの板が適していた。そして、大きさや軸、羽根の軸との連結部や羽根の角度の付け方（曲げ方）の検討を行い、③の折り方が曲げやすいのでこの羽根の作り方で実験用のプラとんぼを作成することにした。



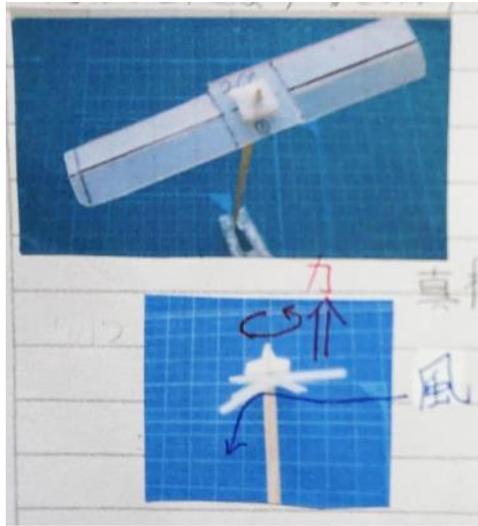
[資料1] 羽根の折り方の様子

#### (2) よく飛ぶプロペラ探しの実験

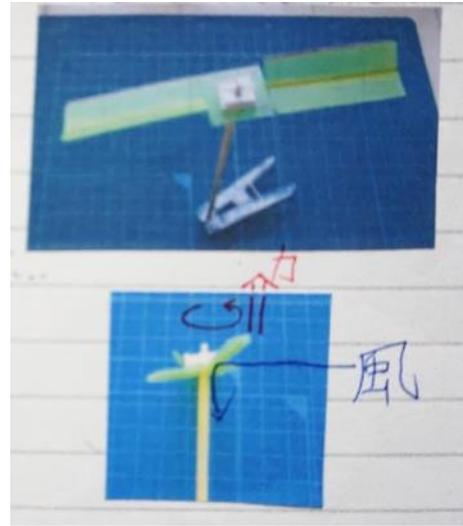
実験用プラとんぼを使って、羽根をつける位置や曲げる向き、角度、面積、長さ、枚数、羽根を集める位置と条件を変えながら検証していった。

① 羽の向きについて

左右の羽根の半分を曲げて角度をつけたプロペラで実験した。曲げる部分を風に向かってプロペラの前半分と後ろ半分で変えると飛び方に違いがあるのかを調べた。



【資料2】 羽根を軸より下に曲げたもの



【資料3】 羽根を軸より上に曲げたもの

【結果】 羽根を軸より下に曲げたほうが高さ、滞空時間共に数値が高い。

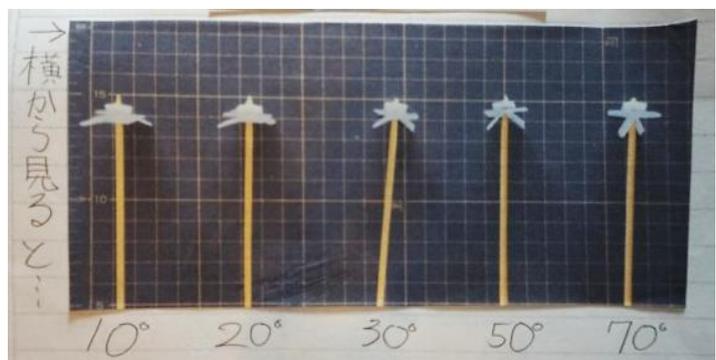
【表1】 羽根の曲げ方による滞空時間の違い

高さ (cm)	軸より下に曲げる	軸より上に曲げる	時間 (秒)	軸より下に曲げる	軸より上に曲げる
(1本目) 1回目	220	26	(1本目) 1回目	2.91	1.24
2回目	92	39	2回目	2.45	1.27
(2本目) 1回目	175	36	(2本目) 1回目	2.97	1.27
2回目	281	19	2回目	3.03	1.09
平均	189	58	平均	2.86	1.28

羽根の後ろ半分を曲げた羽根がよく飛んだ。羽根の下の面が押されるだけではなく、羽根の上の面を通る風が羽根のカーブによって曲がり、その反作用で浮く力が働くためだと考えられる。

② 羽根の角度

羽根の角度を  $10^{\circ}$  ~  $70^{\circ}$  までの5段階に変えて飛ばした。角度が小さいと、長い間飛び続ける。角度が大きいと、初めは高く飛ぶがすぐに落ちてしまった。角度が大きいと風を捉えて上にあがる力も大きいですが、すぐに回転が遅くなってしまう。



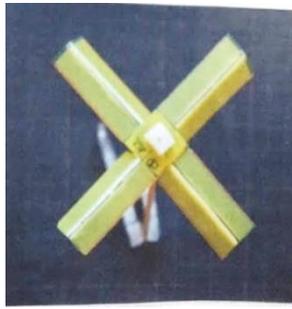
【資料4】 羽根の角度を変えたもの

羽根の角度は  $10^{\circ}$  ~  $30^{\circ}$  の緩やかな方が風の流れを活かし、上昇しやすいことがわかった。

### ③ 羽根の枚数

基本の形に加えて、3枚羽根と4枚羽根を作成した。

[表2] 羽根の枚数と大きさ、重さの比較

枚数			
全体大きさ	11 cm × 2 cm	5 cm × 2 cm × 3	11 cm × 2 cm × 2
羽根の部分	4.5 cm × 1 cm × 2	4.5 cm × 1 cm × 3	4.5 cm × 1 cm × 4
重さ	2.5 g	3 g	4 g

基本の形と3枚羽根で比較してみると、3枚羽根の方が基本形よりも高く上がることがわかった。基本形よりも重くはなるが、浮く力が強く出ているようだ。4枚羽根の場合は、バランスは保てているようだが、全体的に重くはなるので、高く飛ばなかった。3枚羽根の方が、高さや耐空時間共により高く長く飛ぶことができるという結果になった。飛ぶ様子を見てみると、飛びあがった後にバランスを取りながら飛んでいるように見えた。

風力発電のプロペラも3枚羽根であるが、風の流れを安定して受け止めやすく、それにより効率よく回転し、発電することができるので3枚羽根が取り入れられているのではないかと。

### (3) 全体のまとめ

よく飛ぶプロペラを探してわかったことは、次の①～⑥の条件のときである。

- ① 左右の羽根の重さ、羽根の軸の長さのバランスが取れていること。
- ② 羽根は対角線上に配置した下向きであること。
- ③ 羽根の角度は、 $10^{\circ}$  ～  $30^{\circ}$  と緩やかにし、風を捉えてカーブによる揚力を活かせる形状であること。
- ④ 羽根は風を捉える形にした軽いもの。枚数は3枚まで。
- ⑤ 羽根部分は外側に集めること。
- ⑥ 軸に近い内側の羽はできるだけ風の抵抗を減らす形状であること。

## 4 指導と助言

昨年度の研究「風力発電のプロペラ」の継続研究である。条件ごとに繰り返し実験を行い、グラフや表にわかりやすくまとめることができた。実験を通して、風力発電機のプロペラ機が3枚羽根であることや様々なものの形には理由があることも発見することができた。

(指導教諭 谷口 陽子)