熊本県知事賞

よくまわる風車にするには・・５

熊本県立宇土中学校　３年　松本　茉李南

１　研究の目的

過去４年間の研究では、風車の大きさや羽根の幅・形、折り曲げ方や曲げる角度、「風レンズ」の使用等、図１～図４のようにしてレンズの形やそれに合った風車の研究を行ってきた（**図１－４：省略**）。今回はカエデの種子や、紙でできたストローの袋を半分に折ってねじったものが回転しながら落下する様子を見たとき、落下時に風を受けクルクルと綺麗に回転するものとそうでないものがあり、風車の回転には羽根の形や重心が何らかの関係があるのではないだろうかと思った。このことを研究し、羽根の形状等に生かすことができるならば、もっと速く回る風車ができるのではないかと考えた。また、弱い風でも効率よく羽根が風を受け止め、回り始めから全速力で回り始めるまでの時間がかからない風車にするにはどのような工夫が必要かいろいろな羽根を試作し、検証していくことにした。

２　研究の方法

(1)　質量と幅を一定にした回転体（習字紙）の羽根及び回転軸の長さと回り方の関係について調べる。

ア　回転体に用いる紙は、幅１cm、長さ 24cm を使用（重さを一定にする）し、中心部をねじることで回転する羽根をつくる。同様に紙の幅を 1.5cm、２cm にしたものをつくる。

イ　作成した回転体を２m の高さから落下させ、回転の様子を観察する。

(2)　トウカエデの種子をモデル化した羽根の質量及び重心の位置と回転の様子の関係について調べる。

ア　モデル化した種子の着色部分に紙をはり合わせ、羽根の重さや重心の位置と回転の関係を観察する。

イ　Ｓ部に張り合わせる紙を１～11 枚に変え、アと同様に羽根を落下させ、回転の関係を観察する。

表１　落下開始時のモデル羽根の向き

A	（種子左型）	B	（種子右型）
C	（種子上型）	D	（種子下型）

ウ　表１のように落下開始時のモデル羽根の向きを変え、回転の様子を比較する。

(3)　実験①で用いた羽根（３cm～４cm）をカエデの種子型に変え（種子の部分のおもりはつけない）、よく回る条件について調べる。

図５　カエデの種子型の羽根

(4)　実験②で用いた羽根を拡大し、実験②同様よく回る条件について調べる。

図６ 拡大した羽根

図７　４枚羽根の風車

(5)　羽根の重心と回転の中心について調べ、重心を中心とした４枚羽根の風車をつくりその回り方を調べる。また、過年度の実験で行った羽根に折り目を付け、その回り方を調べる。

(6)　図７のように実験③④⑤で用いた羽根を４枚用いた風車をつくり、よく回る風車の条件について調べる。条件については以下のア～エとする。

ア　回転の中心が重心ではない風車の場合。　　イ　おもり枚数を少なくした場合。

ウ　面積を小さくした風車の場合。エ　羽根の幅を細くした風車の場合及び風レンズを用いた場合。

３　研究の考察および結論

(1)　実験①③の結果より、羽根の形が四角（長方形）よりも、カエデの種子型にした方が速く回転することがわかった。さらに、四角の羽根よりも風をすぐキャッチし、回転する事ができることに気付いた。羽根の幅は 1cm のものがよく回転した。風車も羽根の幅があまり広くない方がよく回る事が今までの実験でわかっている。よく回転する羽根の滞空時間が長いと思っていたが、速く回転し

ながらも落下速度が速いものもあり、よく回る羽根の滞空時間が一番長いとは限らないと言う事がわかった。

(2)　実験②では実際にカエデの種子に似たものを作り、種子（おもり）の重さと回転する様子の関係を観察した。手を放してから羽根が回転を始めるまでの落下距離が一番短いものと速く奇麗に回転するものが、風車の羽根にも使えるのではないかと思い実験したが、落下距離が短いものは種子の枚数が少ないもの、奇麗に回転するのは種子の舞う数が５～16 枚のもので、種子（おもり）の枚数にばらつきが見られた。しかし、その後の実験で、種子（おもり）の枚数が少ない方が風車にした時は速く回転する事がわかった。種子（おもり）の形（②・④の実験）は種子（おもり）部分とそれ以外の部分の重さのバランス（重心）で綺麗に回るか回らないか、重心の位置が重要だが、風車にしたときは種子型の羽根が４枚き、軸を中心として、重さのバランス（重心）は軸になるので種子型（②・④）に比べて、一枚の羽根の重心の位置は関係がないのではないかと思った。

(3)　実験⑤より、カエデの種子型の羽根をもちいて風車をつくった。今までの実験でよく回った風車とは違い、羽根の幅が広く丸っぽい形の風車になり、正直なところ、これで速く回転するのか不安だったが、今までで一番速く回り驚いた。実験④で調べた羽根の重心をもとに風車をつくったため、重心が羽根の中心に近い種子の枚数が少ない羽根でつくった風車が小型になり、種子（おもり）の枚数が増える毎に羽根の長いスリムな型の風車になった。実験で小型のものが速く回ったけれど、今回遅く回ったものも、昨年の記録と比べるとそれほど遅くもないので、風車にしたときも羽根の形をカエデの種子型にしたほうがよく回ることがわかった。

(4)　実験⑥では、風車の形は変えずに種子（おもり）の枚数が全て３枚張りの風車をつくり回した。ほとんどの風車が元の風車より速く回った。この実験でも羽根一枚一枚の重心よりも、風車全体のバランス（重さや羽根の形）が回転速度に影響を及ぼすことがわかった。また、種子（おもり）の形が細長く、羽根に３枚重ね張りすることによって、羽根の支えとなり、風が羽根に当たっても羽根がずれたり後ろに反ったりするのを防ぐ役目をしたのではないかと考えられる。（種子は羽根の重心のバランスのために付けていたけれど、支えに役だったのではないかと思う。

(5)　実験⑥では、昨年よりもさらに速く回る風車をつくり出すことができた。残念ながら「風レンズ」を付けると回転が遅くなるので、「風レンズ」向きの風車ではないけれど、この風車にレンズを付けても昨年より速く回転する風車になった。羽根の幅が少し広い 2.5 倍で３枚種子（おもり）の風車は、ア・イの風車と比べると「風レンズ」付けた場合、かなり回転が遅くなるので、「風レンズ」を組み合わせるときは、羽根の幅が細い、小型の風車が向いていることがわかった。

(6)　細い羽根の風車も、太い羽根の風車同様、軸から羽根の先端までが短いものが速く回転した。（羽根の幅が狭く短い分、風が当たりにくく、回転しなさそうに見えるが）この細い羽根部分を④の実験同様、落下させても斜め角度で少し回転するか、横向きに回転しながら落下し、綺麗にクルクル回転しない。このことから、羽根１枚の重心（バランス）よりも、風車全体のバランス（羽根の形や重さ、羽根を曲げる角度）が回転速度に影響を及ぼすことがわかった。

４　最後に

小学生の頃、姉とカエデの種子を集めて遊んだことを思い出し、カエデの種子を風車の羽根に使えないかと思い今回の実験を開始した。種子を遠くへ飛ばすため（子孫を残すため）自然にできたとは思えないほど、上手い形にできているなと今回の実験で改めて感心した。自然の中にはまだまだ不思議なこと、学べることが沢山ある。カエデの種子意外にも応用できるものがあるかもしれない。何気ない日常生活の中でもそれらを楽しみながら観察・発見し、新たな研究につなげていきたい。