

夏休み自由研究「飛ぶもののヒミツをさぐろう」実施報告

大 倉 宏*

概 要

空中を飛行する物体には揚力が働く。翼がある場合、大きな揚力が働くが進行方向に対して翼がどのような向きであるかが問題となる。いろんな飛ぶものを工作し、どのような飛び方をしているのかさぐる教室を実施したので報告する。

1. はじめに

飛行機の翼には揚力が生じる。しかしなぜ揚力が生じるのかの説明は易しくない。翼の後縁に沿って空気が流れると渦が生じるからである¹⁾⁻³⁾、などといわれてもピンと来る人はどれだけいるだろうか。ここでは揚力は働くものとして、揚力がなぜ発生するかに深入りはしない。

ただ、揚力が働くためには、いわゆる迎え角、進行方向に対して翼が一定の角度を保っていないければ飛び続けることができない。ものを遠くまで飛ばそうというのがメインテーマだが、今回はどうすれば揚力が働き続けるか、どうすれば翼の角度を一定に保てるかを隠れたテーマとしていた。

2. 内容

2-1) 風船ロケットを飛ばそう

飛行機は支えるものがない空中で姿勢を保って飛んでいる。その前段として、ものを遠くまで飛ばすには飛ばすもののバランスが大事であることを知ってもらいために、ロングバルーンを投げて飛ばす実験をこどもたち全員にやってもらった。

そのままではもちろん飛ばない。では、何かを風船に取り付けて飛ばしてみよう！ということでこどもたちに考えてもらった。羽根を付けたらいいのではないかというアイデアは自然に出てくる。そこで用意していた小さな紙の羽根を渡し、どこ

につけたらいいか考え、付けてもらった。

たいていの子は小さな羽根を後ろにつけてロケットのようにする。中には少し角度を付けて回転がかかるように工夫をする子もいる。



しかし、残念ながらどんなに羽根をつけてもそれだけでは遠くに飛ばないのである。次に帯状に切った紙を渡し鉢巻のようにロングバルーンの頭に巻いて飛ばしてもらった。見違えるように飛ぶロケットにこどもたちの目が輝いた。

実は、風船ロケットは周りの空気から空気抵抗だけでなくその胴体は揚力を受ける。しかし揚力の中心は胴体の中心にないため回転を起こす力のモーメントが生じ真っ直ぐ飛ぶ姿勢を保てないのである。向きが変わると空気抵抗が大きくなり失速し、ふらふらと落下してしまう。

さらに後ろに尾翼を付けただけで前にオモリがないと重心はロケットの後ろ寄りになる。すると

*大証率科学館 中之島科学研究所
ohkura@sci-museum.jp

重心と尾翼の距離が縮まり尾翼の風見安定効果も小さくなってしまふ。

オモリを付けることにより、胴体で発生する揚力の中心と重心が近くなり回転を生じさせるモーメントが小さくなるとともに、尾翼の風見効果も大きく効くようになり、ロケットは安定して飛ぶ。羽根だけで矢尻のない矢は真っ直ぐ飛ばないのである。

しかし、ここでは難しい解説は抜きに後半の飛行機作りにつなげるため、飛ぶものはバランスが取れると飛ぶようになるとだけ説明をした。

2-2) 紙皿、紙コップを飛ばそう

飛行する板状のものには揚力が働く。しかし飛行姿勢を安定に保てなければ落下してしまう。紙皿のようなものを遠くに飛ばすにはどうしたら良いか考えてもらった。

何人かの子は回転をかけて投げることを提案する。フリスビーを知っている子もいる。たしかに少しは飛ぶようになるのだがまだ安定はしない。紙皿の外周を重くすると慣性能率が大きくなり、迎え角を保つことができるようになるので安定して飛ぶようになる。

単に外周を大きくするのではなしに、写真のようにスカートにするとさらによい。おそらく空力的な効果なのだろうが理由は良く分からない。フリスビーのようなものでドッチボールをするドッチビーの円盤もこのような形をしている。



紙皿の外周に帯状の厚紙をホチキスで止め、さらに保護としてスポンジ製のすきまテープを巻いた。ひっくり返してフリスビーのように投げると良く飛ぶ。

さらに、2つの紙コップの底を貼り合わせたものを輪ゴム3～4個をつないだもので飛ばす紙コップ飛ばしも紹介した。古くからあるデモンストレーションのようだが、最近では月僧秀弥氏が科学の祭典などで紹介している⁴⁾。流れからすると少し異質の実験で、実はこれで揚力の説明をした

い気持ちもあったのだが、そこまではできず、面白い飛び方をするものがあるということで紹介した。



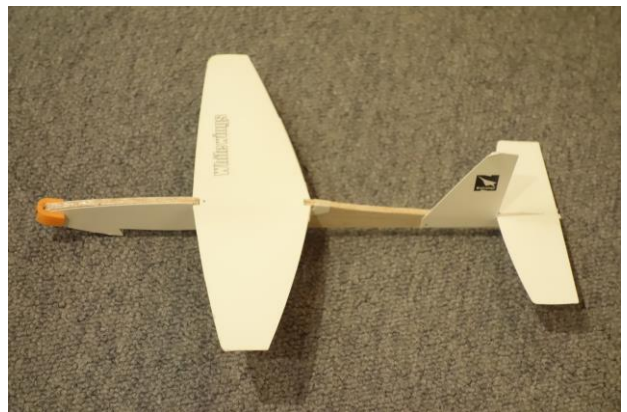
2-3) 飛行リング

ペットボトルを輪切りにしたものを多数用意し、オモリとして片方の縁にビニールテープを巻いたものを工作した。アメフトのクォーターバックが投げるボールのように回転を掛けて投げると良く飛ぶ。

しかし少々投げにくく、慣れないとどこに飛ぶか分からない。程度丈夫なものと思い、ペットボトルを使ったのだが、大勢同時に投げてももらうことはできなかった。紙でも同じようなものが作れるので紙でやれば良かった。

2-4) 紙飛行機

二宮康明博士の設計したスカイカブⅣを工作した。同機は、紙の裏がシールになっていて、バルサ胴に貼り付けるだけで作ることができる。



紙飛行機は丁寧に作らないと良く飛ばない。左右のバランスが取れていることも大事だが、前後のバランスが取れていることが大事だ。大人なら10分もかからないのだが、大勢の子どもでは数倍時間がかかる。それでも20分程度で作ることができた。

多くの実機の重心は、主翼の揚力の中心よりやや前になっているが、紙飛行機では後ろに来てい

る⁵⁾。しかし、水平尾翼でピッチング(縦揺れ)安定性を保っていることには違いはない。やや下向きにそっと投げ落とした時滑空してくればバランスが取れているが、ストンと落ちてしまう場合は、水平尾翼の後縁(エレベータ)を上げ、逆に頭を上げて失速する場合は下げるよう指導した。

外で思い切り投げたいところだが(実はパチンコのような投器械があるのでさらに遠くに飛ばすことができる)、時間が少なかったのと収集がつかなくなる恐れがあったので、家に帰って広いところで飛ばしてください(ただし、他の人や車に注意)とした。

2-5) プーメラン

飛行体の安定性から話が逸れてしまうのだが、最後に以前プーメラン世界チャンピオンの梅井靖弘氏⁶⁾に監修してもらい製作した紙プーメランキットがあったので、それを作った。室内用のプーメランで3メートル程の円を描いて投げ手のところに戻って来る。これは旋回半径が小さいので、会場内で投げてもらうことができた。



サイエンスショーで使う「世界一かんたんプーメラン」も紹介した。こちらは、旋回半径が大きく大勢に投げてもらうことができないので、作り方を説明し、材料だけ渡してもらって帰ってもらった。

今回はいろいろ盛りだくさんになってしまい、テーマがぼやけてしまった感があった。それでも飛ぶものネタはこどもに人気があり、多数の参加者があった。また男子が多いのかと思ったが男女半々くらいの参加であった。

参考文献

- 1) 松田卓也「飛行機はなぜ飛ぶかまだ分からない??」
<http://jein.jp/jifs/scientific-topics/887-topic49.html>
- 2) 松田卓也「飛行機はなぜ飛ぶのか」
http://djweb.jp/power/physics/physics_02.html
- 3) 鈴木真二『『ベルヌーイの定理』説をめぐる論争を解く(2)』
<http://www.flight.t.u-tokyo.ac.jp/~suzuki/MSNsuzuki2.pdf>
- 4) 月僧秀弥「飛ぶプラコップーマグヌスコップー」
<http://www.kagakunosaiten.jp/convention/pdf/2013/012.pdf>
- 5) 鈴木真二「紙飛行機が飛ぶわけー紙飛行機を上手く飛ばす科学(1)」
<http://www.flight.t.u-tokyo.ac.jp/~suzuki/MSNsuzuki3.pdf>
- 6) 梅井靖弘「プーメランの楽しみ方」メディアジャパン株式会社