揚力が発生する羽の凹凸の数量の条件

福井県立武生高等学校

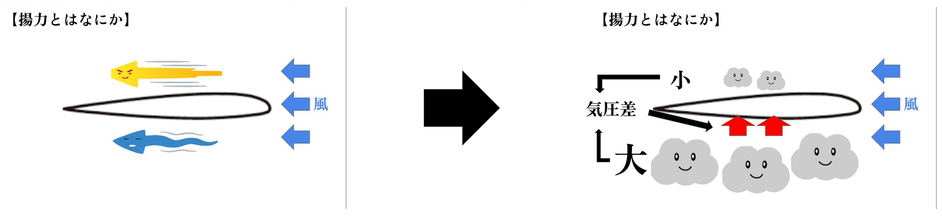
はじめに

＜揚力とは＞

揚力とは、物体が風から受ける、上向きに押し上げるような力。

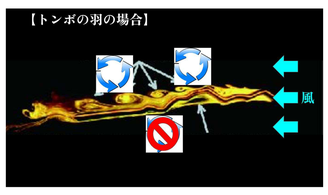
＜飛行機などで揚力が発生する仕組み＞

①風が羽に当たる
②羽の構造により、羽の上の空気は速く、下の空気は遅く流れる
③羽の上の空気は多く流されるが、下の空気はあまり流されない
④③により空気の量が上下で異なり、上下で気圧の差が生まれる
⑤気圧差によって、下から上に押す力（揚力）が生まれる



＜トンボの羽で揚力が発生する仕組み＞

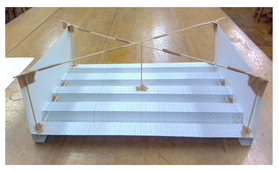
大体は飛行機などと同じだが、②の「速度の差」が生じる仕組みが違う
②-(1)トンボの羽にある小さな凹凸で、羽の上面にだけ空気の渦ができる
②-(2)上面だけ渦に乗せられて空気が速く流れる
↓
下面では渦が無く速さが変わらないため
上と下で速さが異なる



凹凸を何個にすれば、大きな揚力が生まれるのか

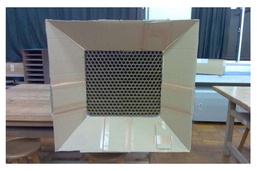
実験準備物

・羽

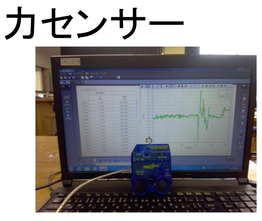


・扇風機

・風洞

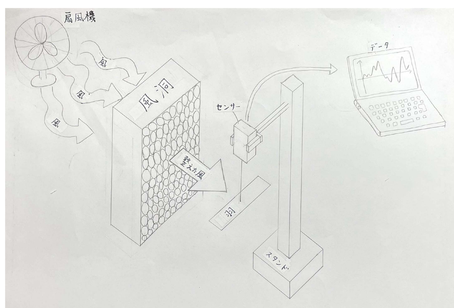


・高精度力センサー



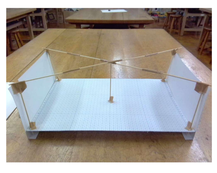
実験方法

① 羽を高精度力センサーに吊るす
② 風を当てる前の値を測る
③ 風洞で整えた風を羽に当てる
④ 風を当てた後の値の平均値を読み取る
⑤ ②と④の差を見る

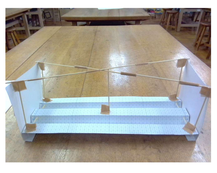


羽の凹凸の数量の条件

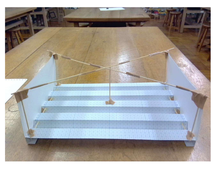
・凹凸なし



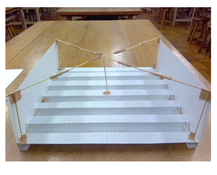
・2個



・4個

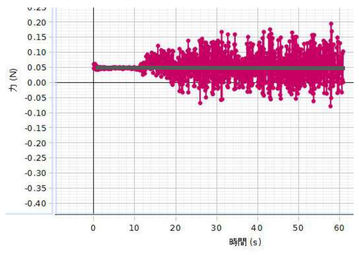


・6個



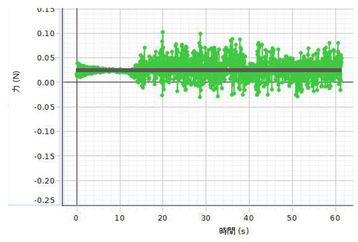
結果

＜凹凸なし＞



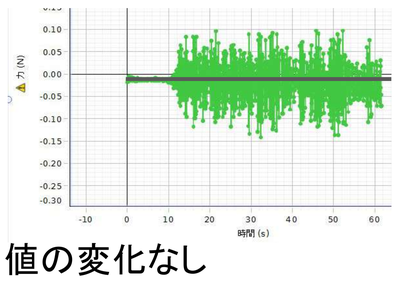
値の変化なし

＜凹凸2個＞



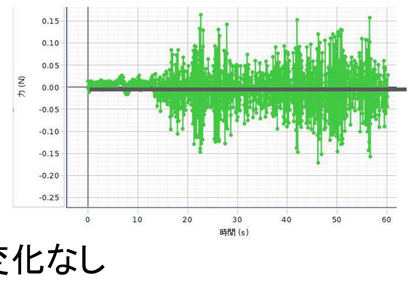
値の変化なし

＜凹凸4個＞

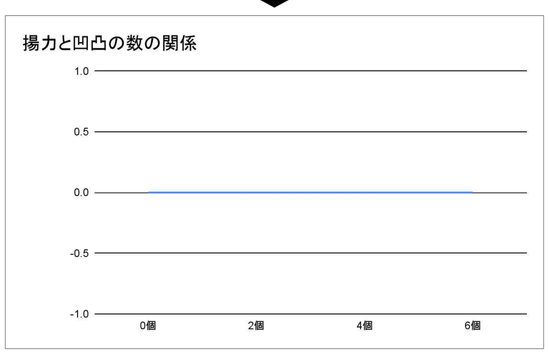


値の変化なし

＜凹凸6個＞



値の変化なし



凹凸による揚力の変化を測定できなかった

考察

実験で揚力を測定できなかった理由

①揚力が小さすぎて、測定できなかった

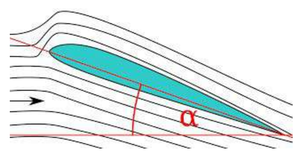
揚力は生まれていたが、センサーで読み取れないほど小さかった

②凹凸の数量が足りなかった

トンボの羽には凹凸がたくさんあるため、凹凸6個では足りなかった

③<u>迎え角</u>がなかった

↳風の流れに対して羽がどれだけ傾いているかを表す値
迎え角をつけないと羽の上下の速度の差が生じにくい



④羽が重すぎた

羽の重量が大きすぎたため、羽を持ち上げるほどの力が生まれなかった

⑤<u>レイノルズ数</u>が大きすぎた

↳流体の運動量に対する粘性の影響の大きさ
粘性が大きいもの（はちみつ、水飴など）ほど静かにすんなり流れる
レイノルズ数が大きいほど「乱れた流体」になる

今回の実験のレイノルズ数はトンボの羽より大きかった
↓
風が乱れすぎていた

＜レイノルズ数＞　　＜計算式＞　　（トンボの羽）1000～

$$10000 \quad \frac{(\text{空気の密度})(\text{流体の速さ})(\text{流体を受ける物体の長さ})}{(\text{空気の粘度})}$$

（今回の実験）約85000

結論

揚力は測定できなかった

今後の展望

実験方法と羽の改良（軽量化、凹凸を増やす）が必要