

どんな羽根のプロペラが強い風を作れるか パート3

つくば市立竹園東小学校
6年 瀬尾 竹虎

1. 研究の動機

去年「どんなプロペラの羽根が強い風を作れるかパート2」という自由研究をやった。研究では、チョウのはねの形を参考にしたプロペラを使い、同じモーターで比べて、強い風が作れる形はどれかを調べた。生き物の構造や機能をまねしてもものつくりを活かす「バイオミメティクス」を調べていく中で、トンボのはねの表面には凸凹があるなど、表面の特徴で空気を流れやすくできることを知った。そこで、今年は生き物のはねの形をまねしてプロペラの表面に凸凹などをつけて、風の強さが変わるかどうか、強い風を作れないか調べてみようと思った。

2. 研究の目的

プロペラの羽根の表面に凸凹をつけるなどで状態を変えて、風の強さがどのように変わるか、強い風を作ることができるかを調べる。

3. 調査

実験動機にも書いたバイオミメティクスにはどのようなものがあるか調べてみた。

表1. バイオミメティクスの例

トンボのはね	サメの肌、うろこにある溝	フクロウの風切羽
はねの断面は薄い板の形を折り曲げたような形をして表面に小さな凸凹がある。その凸凹がはねの上面に小さな空気のうずを作って、ベルトコンベアのように外側のねばっこい空気を流している。※1	手で触るとザラザラしているが、泳ぐ向きにそった10~100μmの間隔の溝(リブレット構造)というがある。この溝が表面の流体の流れの乱れを抑える。※1	小さい突起があって、小さな空気の渦を作り、大きな渦の発生を抑える。これによって空気によって作られる騒音を抑える。新幹線のパンタグラフに使われている。※1

調査したはねの表面を参考に、似たかたちのものを探してプロペラに貼り付けてみることにした。

表2. プロペラにする表面のかたち

実験番号	名前	由来	特徴	使ったもの
①	通常のプロペラ	—	つるつる	プロペラそのまま
②	リブレット構造(回転する方向に沿う)	サメ	溝	食器棚用ライナーシート(溝模様)
③	リブレット構造(回転する方向に垂直)	サメ	溝	食器棚用ライナーシート(溝模様)
④	丸い突起(大)	ハエ	突起	食器棚用ライナーシート(ドット柄)
⑤	丸い突起(中)	ハエ	突起	防振ゴムシート
⑥	丸い突起(小)	ハエ	突起	網戸の補修シート
⑦	格子状の凸	トンボ	突起	壁紙シート
⑧	マジックテープのフック側	鳥	突起	マジックテープのフック側
⑨	マジックテープのループ側	鳥	フサフサ	マジックテープのループ側
⑩	モヘア	鳥やチョウ	フサフサ	扉の隙間用モヘアシール
⑪	鳥の羽根(羽毛)	鳥	溝・つるつる	鳥の羽根(羽毛ハタキより採取)

フクロウなど鳥の羽根に代わるものがなかなか見つからなかったので、⑪には本物の鳥の羽根を使ってみた。それ以外はホームセンターなどで、表面の形に特ちょうがあるものを集めてプロペラにつけてみた。

予想

実験番号②はプロペラの回転する方向に沿って溝をつけたので、サメ肌と同じ効果で空気の乱れがなくなり、プロペラが回りやすくなるのではないかと思った。

また、③⑦はトンボのはねと同じ効果で、表面の凸凹が小さい空気のうずを作って、外側の空気を

押し流しやすくなり、風が強くなったと思った。

4. 実験方法

パート1・2と同じで、図1のようにプロペラをモーターに取り付けて回し、風速計を使って風速を測定する。今回は1.5V用のモーターを使用する。

電池が減って回り方が変わってしまうのを防ぐために、定電圧電源を使い実験する。

風速の測り方

次の1～5の手順で風速を測定する。測る場所は図2に示す。

1. モーターでプロペラの中心と風速計の中心の高さをそろえる。
2. プロペラから風速計の距離を5cmから30cmまで5cmおきの場所とする。
3. 2で決めた距離でプロペラの中心から1cmずつ外側に動かして、それぞれの場所で風速を測定する。
4. 風速の数字が増えたり減ったりしてバラつく時は、中央の数字で記録する。
5. プロペラごとの風速をグラフにする。また、最大風速を比べる。

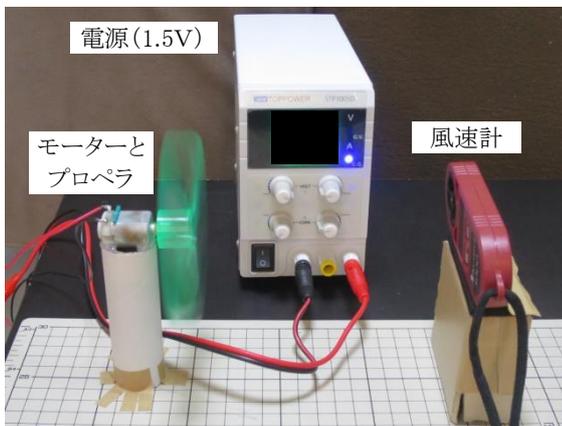


図1. 実験装置

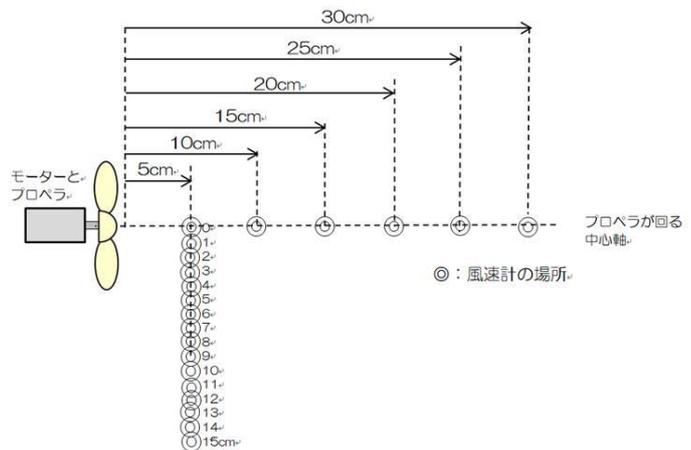
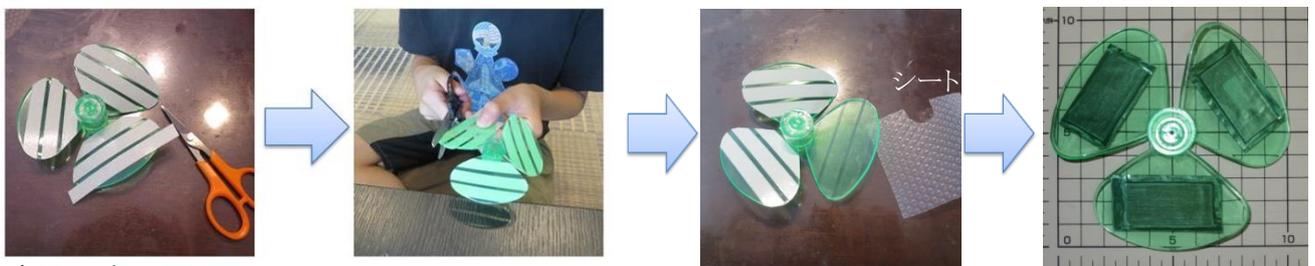


図2. 風速計で測る場所

プロペラの作り方

プロペラの作り方を図3に示す。

過去の研究（「どんなプロペラの羽根が強い風を作れるか」）で重いプロペラは回転しにくく、作られる風が弱くなったことから、今回はすべてのプロペラの重さを合わせることにした。プロペラの重さは、シートを貼った後のすべてのプロペラを量り一番重かった21gに合わせて調整した。おもりは、プロペラの裏面に貼り付けた。



市販のプロペラに
両面テープを貼る

両面テープを
形通りに切る

凹凸形状のシートを
貼って形を合わせて切る

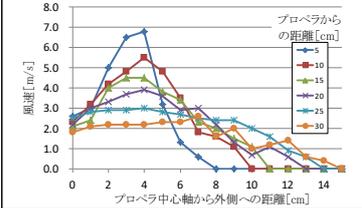
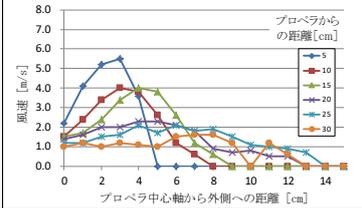
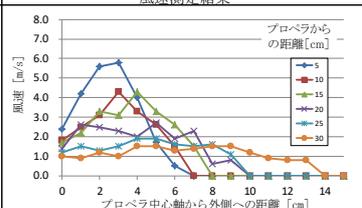
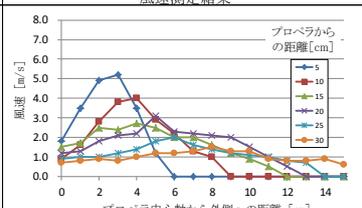
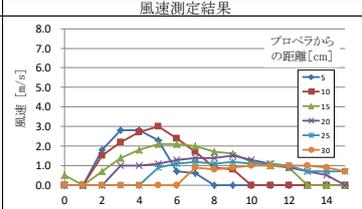
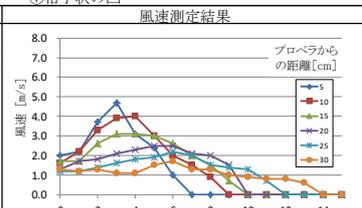
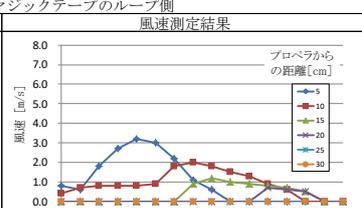
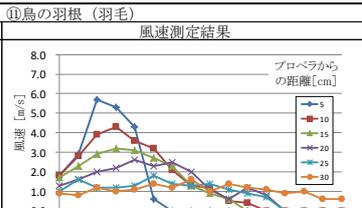
プロペラの重さを
合わせるため、
おもりを貼って完成

図3. プロペラの作り方

5. 実験の結果

実験の結果を表3に示す。

表3. 実験結果

<p>①通常のプロペラ</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：6.8 m/s</p>	<p>②リブレット構造（回転する方向に沿う）</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：5.5 m/s</p>
<p>③リブレット構造（回転する方向に垂直）</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：5.8 m/s</p>	<p>④丸い突起（大）</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：5.2 m/s</p>
<p>⑤丸い突起（中）</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：4.8 m/s</p>	<p>⑥丸い突起（小）</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：3.0 m/s</p>
<p>⑦格子状の凸</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：4.7 m/s</p>	<p>⑧マジックテープのフック側</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：3.7 m/s</p>
<p>⑨マジックテープのループ側</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：3.2 m/s</p>	<p>⑩モヘア</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：1.3 m/s</p>
<p>⑪鳥の羽根（羽毛）</p> 	<p>風速測定結果</p>  <p>測定した点での最大風速：5.7 m/s</p>		

表面に何もつけていない①のプロペラが最も強い風を作ることができた。①は測った場所での最大風速は6.8 m/s だった。

次いで、③①②の順で良い結果となったが、表面に凸凹や溝を付けたものは、①の最大風速を超えることができなかった。

風はプロペラを中心にV字型に広がっていた。表面に凸凹や溝を付けてもそれは変わらなかった。

⑩のモヘアのプロペラは、ほとんど風を作れなかった。

6. 考察

①は、単純にプロペラがツルツルで空気が流れやすく、強い風を作れたと思う。

①は、鳥の本物の羽根（羽毛）をはっていた。その表面は溝が小さかったので、トンボのはねのような効果はあまり期待していなかったが、3番目に良い結果となった。鳥は長距離を移動することができるので、羽根の溝のような形状には空気の抵抗を減らす秘密がまだあるかもしれない。

トンボのはねと同じ効果を期待していた、③と⑦に風の強さの違いがあったのは、⑦の方が、凸凹が小さいため、小さい空気のうずができなかったのではないかと思った。

全体的に弱かった⑩のモヘアは、毛が空気の通り道をじゃましてしまい、空気を押し出す力が弱くなってしまったのかもしれない。

7. まとめ

プロペラの表面に凸凹をつけるなどして、表面の形を変えた結果、通常のつるつるした表面のプロペラより強い風を作ることにはできなかった。

8. 感想

風速を測った結果、種類によって違いが出たのは面白かった。

その中でも実験番号⑩のモヘアのプロペラはほとんど風が起きなかった。鳥の羽根からヒントを得た⑩と①で結果が全く違いおどろいた。

②と③は実験した中では、強い風が作れると予想していて、結果その通りだったが、①の何も凸凹がないプロペラを超えられなかったのが意外だった。トンボのはねの効果を再現するにはまだ工夫が必要だと思った。

①に関しては、鳥が長距離飛べる理由をもっと研究して鳥の羽根の表面を再現したら強い風を作れる扇風機ができるかもしれない。

参考文献

※1 トコトンやさしい バイオミメティクスの本 下村政嗣 著 日刊工業新聞社