

ぐるぐる回れ! 風車! パート3~発電編~

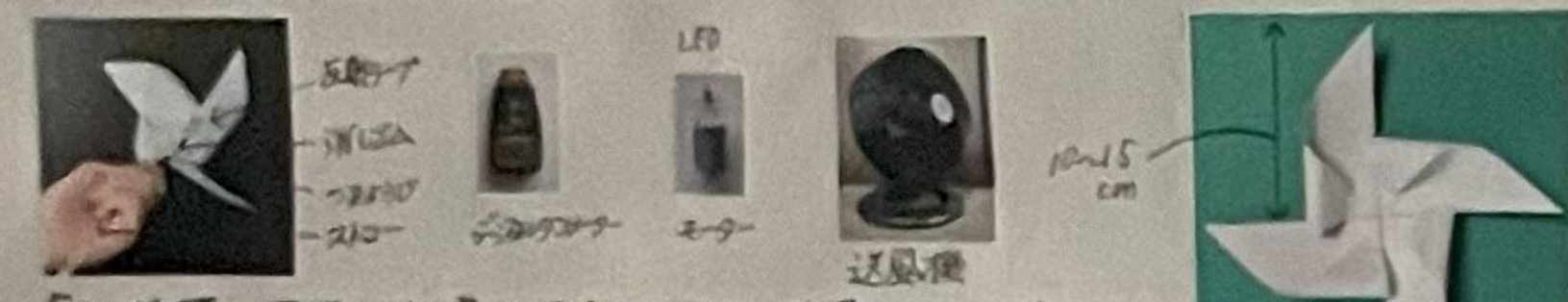
帯山西小学校 6年 木山太陽

1 研究の目的

一昨年・昨年の研究で、ほくは折り紙で作った風車についてよく回る条件(羽根の枚数や大きさ・細さの違い)を調べてきた。折り紙の風車は羽根の大きさを小さくし、基準の1/2の細さにするとよく回った。送風機の風の強さは7で回して実験していたが折り紙は折って強度がないので、風を受けて羽根が変形しやすいという難点があった。そこで、今回は折り紙より強度のある厚紙の画用紙を使い、羽根の枚数・大きさ・細さに加え、風の強さを変えて実験してみたいと思った。またほくはウインドフーム(風力発電所)に興味があり、回っている風車のように画用紙の風車でも発電できないかと考えた。風を一定に送る送風機とは違い、実際の風は常に強さ・変化する。風の強さを変えて風車を回し、回転数と発電量はどのように変化するのか研究したいと思った。

2 研究の方法

※1 質量: 1羽根の紙の質量 (折った紙の質量は約0.07mm 質量54.3g/m²)
※2 羽根の長さ: 風車の軸から先端までの長さ
※3 基準: 45度の直角二等辺三角形を折り曲げて、作ったものを「基準」とする



「96種類の風車を作る」画用紙で羽根の枚数・大きさ・細さを次のようにそれぞれ変えた風車を作る。

- ① 羽根の枚数(6種類): 1枚 2枚 3枚 4枚 5枚 6枚 7枚 8枚
- ② 羽根の大きさ(6種類): 10cm, 11cm, 12cm, 13cm, 14cm, 15cm
- ③ 羽根の細さ(6種類): 基準, 基準の1/2, 基準の1/3, 基準の1/4, 基準の1/5, 基準の1/6

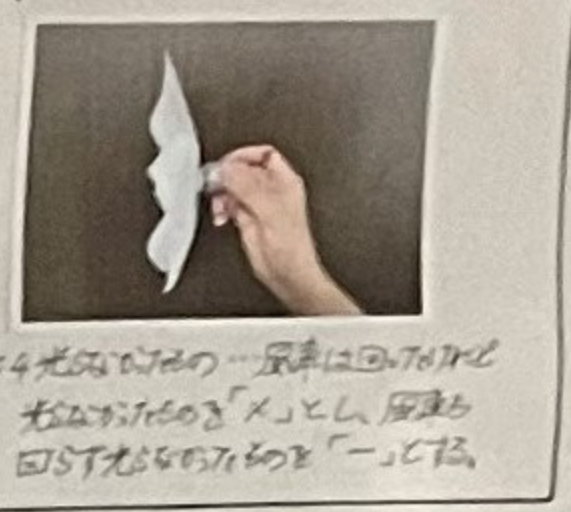
実験1 回転数を調べる

画用紙で羽根の枚数・大きさ・細さをそれぞれ変えた風車を96種類作り、送風機で風を送り風車を回す。デジタルタコメーターで回転数を10回測定して平均値を計算する。送風機の1・2・3・4の強さでそれぞれ実験する。送風機の風車までの距離は25cmとする。

実験2 発電実験

96種類全ての風車について、モーターとLEDをつなげ、LEDが光るかどうかを見て調べる。よく光ったものから光らなものを4段階で半定価(それぞれの明るさは下の表の通り)。送風機の1・2・3・4の強さでそれぞれ実験する。

◎	○	△	×
よく光ったもの	光ったもの	やや光ったもの	光さなかったもの



3 研究の結果

羽根1枚(基準)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	485.0	399.6	0	462.8	498.0	△	402.4	328.2	△		
2	529.4	526.5	0	516.0	0	479.4	463.0	455.1	0		
3	722.8	697.9	0	683.8	0	683.6	632.8	0	582.4	0	
4	859.1	772.3	0	785.7	0	778.1	0	685.4	0	647.8	0

羽根2枚(基準)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	579.5	579.3	0	493.6	0	570.2	0	526.2	0	400.2	△
2	989.2	999.7	0	829.1	0	979.4	0	721.9	0	624.9	0
3	1023.7	1046.9	0	780.7	0	879.2	0	822.8	0	671.6	0
4	1244.8	1320.3	0	992.7	0	1002.3	0	962.2	0	772.7	0

羽根3枚(基準)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	525.7	579.1	0	480.0	△	502.9	△	407.9	×	370.0	×
2	735.5	999.8	0	638.7	0	627.6	0	571.2	0	512.1	0
3	770.7	888.8	0	777.7	0	778.8	0	682.4	0	551.7	0
4	978.8	1400.1	0	897.0	0	883.4	0	774.8	0	602.9	0

羽根4枚(基準)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	579.1	526.5	0	463.7	0	450.3	△	407.9	△	421.1	△
2	725.1	702.1	0	647.6	0	621.6	0	614.0	0	523.3	0
3	922.2	897.8	0	729.5	0	742.2	0	749.8	0	649.3	0
4	1133.5	1084.6	0	903.6	0	871.2	0	826.4	0	652.4	0

羽根5枚(基準)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	433.2	463.0	△	479.3	△	463.9	×	336.0	×	380.6	×
2	704.1	561.0	0	594.9	0	521.6	△	474.5	△	476.7	△
3	845.5	691.7	0	702.6	0	636.1	0	491.0	△	555.9	0
4	1015.2	897.5	0	771.4	0	693.6	0	586.4	0	672.6	0

羽根6枚(基準)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	392.3	364.0	×	400.4	×	420.5	×	208.8	×	261.3	×
2	527.7	506.4	×	533.7	×	537.3	×	305.5	×	355.9	×
3	682.2	592.2	0	648.4	0	655.7	0	448.0	△	555.9	△
4	809.7	774.3	0	672.9	0	622.9	0	468.4	0	474.7	0

羽根7枚(基準)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	392.3	315.7	×	227.1	×	322.6	×	226.6	×	270.0	×
2	497.7	449.0	×	378.5	×	466.5	×	355.7	×	392.2	×
3	588.8	581.0	0	549.8	0	532.1	△	448.1	△	462.9	△
4	733.0	619.0	0	661.5	0	622.1	0	448.2	0	448.5	0

羽根8枚(基準)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	392.3	392.3	×	382.2	×	249.3	×	292.1	×	249.8	×
2	527.7	573.3	×	491.9	×	444.5	×	392.7	×	382.8	×
3	725.1	650.3	0	574.0	0	571.4	0	476.7	0	448.7	△
4	978.7	761.2	0	693.0	0	628.5	0	561.6	0	462.1	0

羽根1枚(1/2の細さ)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	53.9	58.1	—	53.3	—	49.2	0	452.9	0	344.9	×
2	79.7	70.5	0	73.8	0	69.2	0	63.2	0	492.9	×
3	93.4	87.7	0	70.6	0	67.3	0	77.2	0	639.0	0
4	105.4	104.8	0	113.0	0	105.9	0	104.6	0	851.6	0

羽根2枚(1/2の細さ)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	942.6	943.0	0	901.2	0	826.7	0	880.5	0	781.7	0
2	977.0	1153.2	0	1283.6	0	1175.1	0	1256.5	0	1142.8	0
3	113.1	1610.4	0	1718.4	0	1413.9	0	1672.2	0	1485.1	0
4	126.1	2034.4	0	2071.5	0	1746.7	0	1866.3	0	1668.8	0

羽根3枚(1/2の細さ)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	735.5	779.3	0	680.2	0	622.9	0	559.9	0	624.0	0
2	1133.3	1157.4	0	1038.8	0	979.4	0	945.6	0	970.2	0
3	1502.3	1479.7	0	1199.2	0	1152.0	0	1069.1	0	1241.3	0
4	2029.9	1835.5	0	1511.0	0	1665.5	0	1548.3	0	1572.0	0

羽根4枚(1/2の細さ)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	572.9	733.1	0	676.7	0	646.1	0	582.3	0	570.9	△
2	1078.8	982.4	0	910.8	0	873.3	0	853.7	0	820.9	0
3	1290.6	1244.0	0	1236.3	0	1281.3	0	1082.4	0	1116.7	0
4	1718.2	1370.6	0	1574.9	0	1386.3	0	1408.8	0	1291.2	0

羽根5枚(1/2の細さ)

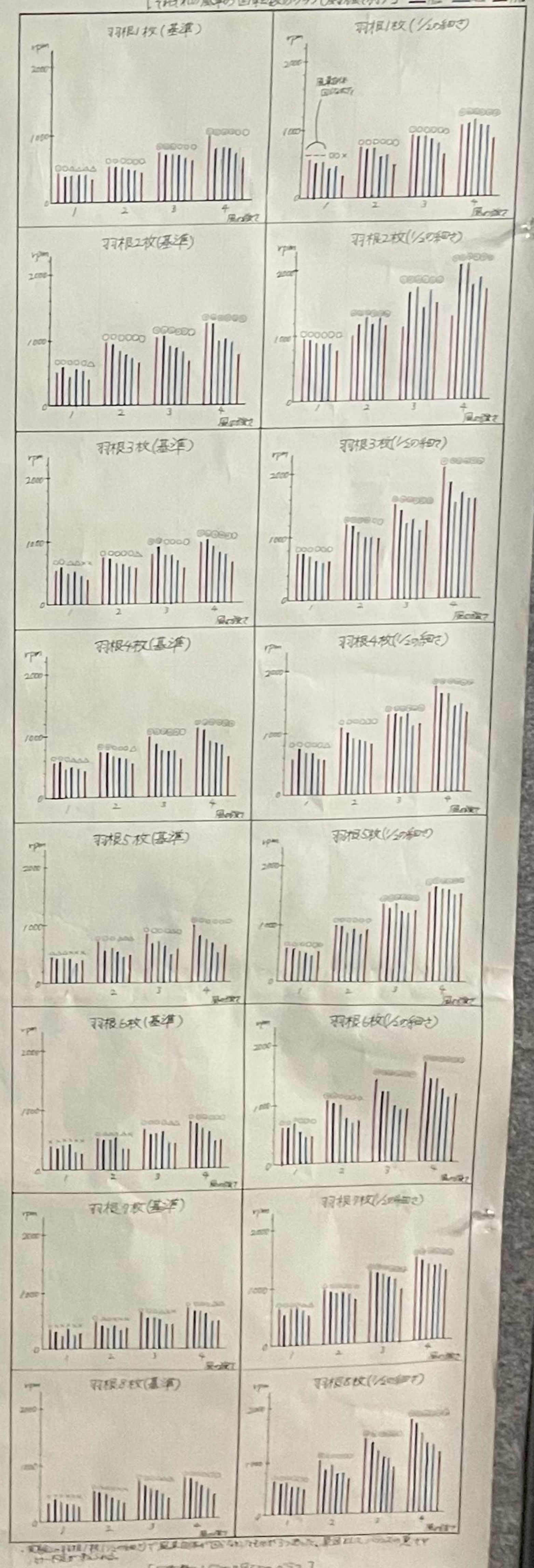
		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	602.8	578.9	0	532.0	0	506.8	0	451.4	0	546.1	0
2	944.3	949.0	0	854.7	0	916.9	0	832.7	0	806.9	0
3	1226.8	1246.9	0	1320.7	0	1265.5	0	1180.6	0	1208.4	0
4	1475.5	1508.8	0	1520.1	0	1522.5	0	1439.7	0	1448.1	0

羽根6枚(1/2の細さ)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	611.7	601.1	0	679.2	0	535.9	0	449.9	0	441.0	0
2	1049.8	979.4	0	972.2	0	798.8	0	666.5	0	719.5	0
3	1464.9	1236.3	0	1245.5	0	891.0	0	723.5	0	927.0	0
4	1778.2	1573.1	0	1496.6	0	1267.7	0	1166.4	0	1249.8	0

羽根7枚(1/2の細さ)

		羽根の大きさ									
風の強さ		10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm				
		rpm 150	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120	rpm 120
1	642.8	586.5	0	632.0	0	6					



考察

- ・羽根を1/2の細さにすると回転数が上がり安定感が増した(風車を持ちやすくなった)。
- ・風の強さも強くなると回転数と発電量は増えた。また、1/2の細さの羽根の方が風を強く受けていた時の回転数の上がり方が大きかった。
- ・全体的に羽根の大きさが小さい方がよく回ったが、例外もいくつかあった(羽根2枚(1/2の細さ)など)。
- ・高速で回転してもエネルギーが足りないのか、思ったより光らなものが多かった。高速で回転すれば必ず◎ということはない。
- ・1/2の細さの羽根は、△や×が少なく◎と○が多い。→電気の安定供給に近かった。
- ・風の強さで1で◎だったのは1つあるが、0だったのは半分以下あり、その中で回転数が一番多かったのは羽根2枚(1/2の細さ)の10cm(942.6rpm)だった。羽根2枚(1/2の細さ)は10-15cmのどれか弱、風がよく回っているから風が弱い場所での発電に向いている気がするが、風が強い時にはおりに回って、おりにおきがある。反対に風の強さで4で◎だったのは羽根3枚(基準)の10cm(1023.7rpm)だった。
- ・風の強さで4では◎だったのは7割くらいあった。回転数の高くて安全とは言えないものが多かった。◎だったのは回転数が一番少なかったのは羽根4枚(基準)の15cm(645.9rpm)だった。回転数が少ないと発電できず、風が強い時の発電が安全にできると思った。
- ・羽根1枚に関しては、パラメータでよく回った風車を持つことができた。パラメータでよく回った風車を持つことができた。
- ・羽根の枚数の違いを見ると、基準の1/2の細さで羽根2枚の回転数が高く、羽根の枚数を増やした回転数は発電量は減ったが、安定感が増した(風車を持ちやすくなった)。
- ・×が1つあったのは羽根2枚(基準)の羽根2枚(1/2の細さ)だった。×が一番多かったのは羽根2枚(基準)だった。
- ・△や×が◎と○の間には、羽根2枚(基準)の羽根2枚(1/2の細さ)と、◎が一番多かったのは羽根2枚(基準)だった。
- ・風が強いほど、回転数・羽根の大きさが影響する。→適度な大きさの風車は必要。

4 研究のまとめ

- ・厚紙の画用紙は、羽根を大きくするとパワーが強く発電量は増えるが、回転数は減る。回転数を増やした。今日の条件(10-15cm)は羽根は小さく、回転数と発電量は大きかった。
- ・画用紙の風車は風を強く受けて回った。画用紙の風車は風を強く受けて回った。
- ・今日は目録に載っていないが、羽根の枚数・大きさ・細さ・風の強さを調べた。
- ・風の強さを1より強い風、4より強い風にするところから考えて、もっと強い風になると、台風のように強い風が吹いたような実験ができておもしろい。
- ・今回の条件でのための風車は、羽根3・4・5枚(1/2の細さ)。(1/2の細さで、羽根の枚数を増やした)。

