

# プロペラと風力の関係



兵庫県立豊岡高等学校 生物自然科学部

村尾侑 高木康成 安田凜香子 近藤僚洋 横本玄 中嶋陸斗 三谷佳布

## 動機・目的

昨年の研究を引き継ぎ、プロペラの羽根の角度に着目し風力との関係を研究していた。その中で羽根の残像の中にオレンジの模様を見つけた。この模様の現れる条件・原理を解明するため、新たに研究を始めた。

### 1. オレンジ色の模様の「回転」について

- (1)羽根と逆方向に回転しているオレンジ色の模様が現れる
- (2)一度静止する
- (3)羽根と同じ向きの回転に戻る
- (4)オレンジ色の模様が見えなくなる



### 2. 仮説1 模様の原因は?

模様が消えたことに着目し動体視力が原因だと仮説を立てた。

### 2-1. 実験1 肉眼とビデオの見え方の比較

動体視力は歳を重ねるにつれて衰えていくことを利用し、高校生と先生（40代）の見え方を比較したが、違いは見られなかった。同時にビデオ撮影もを行い、肉眼では模様が見えなくなった時のビデオ画像を確認したところ、模様が映っていた。

### 2-2. 考察1

模様が見えなくなった原因是、動体視力だと考えられる。

### 3. 仮説2 考察1の検証

次に、逆回転が観察されたことについて先行研究を調査したところ、ストロボ効果であるとの報告<sup>1)</sup>が確認できた。

### 3-1. 実験2 光源の違いによる影響

蛍光灯下、懐中電灯下、太陽光下での見え方を比較した。

	模様	逆回転
蛍光灯（交流）	○	○
懐中電灯（直流）	×	×
太陽光	×	×



### 3-2. 考察2 逆回転の原因

オレンジの模様が逆回転して見える原因是、ストロボ効果である可能性が高い。

### 4. 仮説3 オレンジは主観色によるものか?

背景→黒、プロペラ→白、見た模様→オレンジ  
無彩色から有彩色が見たことから、主観色が原因ではないかと仮説を立てた。主観色の観察が容易なベンハムの独楽を作製し、観察を試みた。

### 4-1. 実験3 有彩色のベンハムの独楽との比較

色の組み合わせを変えたベンハムの独楽を作り観察した。



### 4-2. 考察3 主観色にも関係がある

プロペラと同様、オレンジの模様が観察された。ストロボ効果と主観色の2つの条件がそろうことであらわすのだと考えた。

### 5. 仮説4 新たな条件の検討

蛍光灯以外の身近な電気にメタルハライドランプ・白熱電球・LED電球がある。そこで、暗室において様々な光源の下でベンハムのこまを回し、現れる模様を観察した。

### 5-1. 実験4 発光原理の異なる光源での比較

メタルハライドランプ・白熱電球・LED電球下で無彩色のベンハムの独楽を回し、模様と逆回転の有無について比較した。

	模様	逆回転
蛍光灯	○（オレンジ）	○
メタルハライドランプ	○（赤・青）	○
白熱電球	×	○
LEDランプ（直流）	×	×

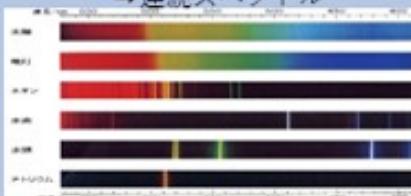
### 5-2. 考察4 スペクトルとの関係

1秒間に120回点滅している蛍光灯やLEDでは模様や逆回転が観測されると考えたが、LEDでは観測できなかった。また、熱放射で発光する白熱電球で逆回転が観察された。LEDは明るさが不足していたことが原因かもしれない。

白熱電球では主観色に起因するはずの模様が観察されなかつた。そこで、模様が見えるかどうかは発光原理によるものではないかと考えた。

- ・蛍光灯・メタルハライドランプ →線スペクトル
- ・白熱電球・太陽光 →連続スペクトル

線スペクトルを光源に持つものに模様が現れると予想することが出来る。



### 6. まとめ

- ・太陽光や直流電源、白熱灯では模様は観測されなかつた。
- ・模様が見えなくなったのは動体視力により、目が回転に追いつかなくなつたためであると考えられる。
- ・プロペラが逆回転して見える原因はストロボ効果であることを確認した。
- ・色が現れる原因是主観色であることが知られている<sup>2)</sup>が、今回、光源の発光原理の違いも関係する可能性が示せた。

### 7. 展望

他の有彩色で構成されたベンハムの独楽で調べる。また、光源や光量との関係の有無について調べる。

## 参考文献

1) Yutaka Nishiyama International Journal of Pure and Applied Mathematics Volume 78 No.5 2012, 669

2) 西山 崇『色彩への教訓』2008年5月、Vol.41、No.5、4-7