

# 気象モデル実験

## - 竜巻発生装置 -

岐山高等学校 西谷 徹

### 1 目的

たばこの分煙システムなどで用いられている、エアーカーテンの仕組みを応用して、北米で時折猛威を振るう竜巻現象を再現することを目的とする。

### 2 準備

【竜巻発生装置の材料】塩化ビニルパイプ（外径32mm、内径25mm、長さ1m）4本、  
木材（厚さ10mmで、500mm四方）2枚、  
木材（厚さ10mmで、500mm×100mm）4枚、  
コルク栓（6号）4個、  
洗濯機用排水ホース（30mm、1m）6本、  
L字型塩ビ接続管4個、T字型塩ビ分配管2個  
送風機（科学共栄社PF）1台、（マキUB-1101）2台、  
超音波加湿器（サヨ-CFK-M200）1台、締め付けリング8個、  
延長コード、テーブルタップ、照明用白熱灯60W（4個）他

【使用器具】電動ドリル、木工用電動ノコギリ他

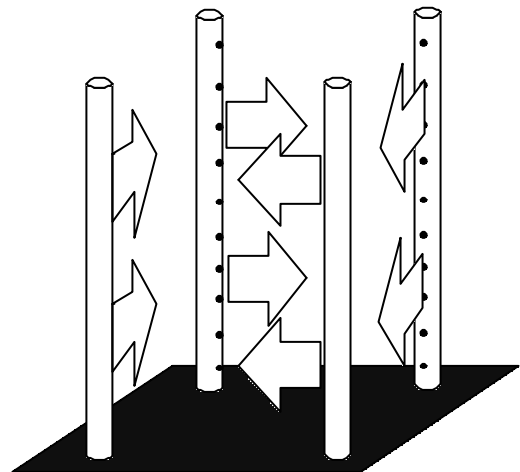
### 3 原理

竜巻は積乱雲下で発生する。とくに巨大積乱雲（スーパーセル）下に上昇気流があると竜巻が発生してくる。しかし、上昇気流だけでは竜巻は発生しない。その上昇気流に回転が加わると、回転が上方に向かって引き延ばされて竜巻になる。

この回転運動は、角運動量保存則から、回転半径が小さくなると回転が速くなる。この力が強いほど竜巻は強くなる。このとき関係してくるのが、流体力学における乱流という現象で、水面を泳ぐと後方に渦ができる。その渦が乱流で、泳ぎ方や泳ぐ速さによって渦の形が変わる。また、液体の粘性によっても決まってくる。乱流の理論を用いて、竜巻の発生を予測することは未だに困難であるようだが、その仕組みを理解する上で、竜巻を視覚・モデル化することは気象現象の理解につながると考える。

### 4 方法

長さ1mの塩化ビニル管に、50mm間隔に直径2mmの穴を一行に開け、先端を閉じる。他方からプロアで空気を送ることで、エアーカーテンができる。この塩化ビニル管を、正方形に配置し、エアーカーテンで閉じた空間を作りだし、上方から配線を逆転させた送風機で排気する。エアーカーテンの風量と、送風機の排気量を調節することで、竜巻が発生する。超音波加湿器で蒸気を下部の穴から放出することで、竜巻を視覚化する。



【エアーカーテンのイメージ】



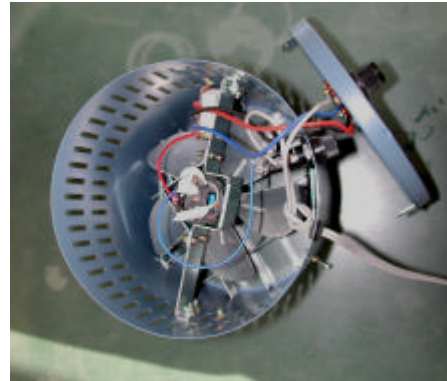
【装置の上部】



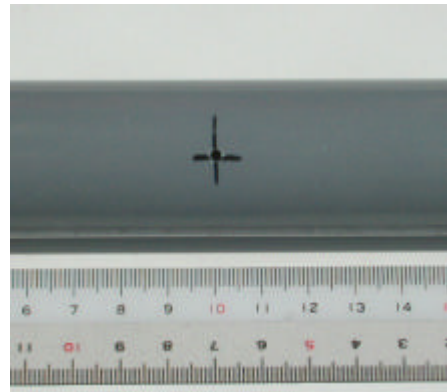
【上部送風機を設置】



【装置の全体図】



【上部送風機を逆回転に】



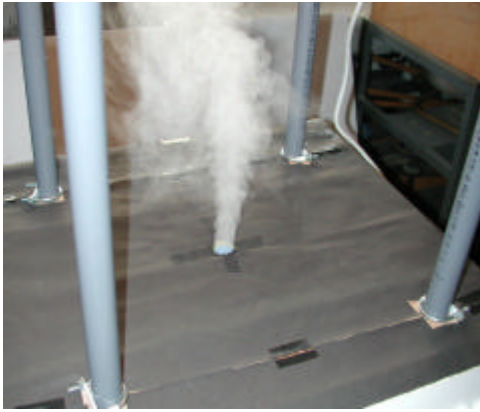
【塩ビ管の加工】



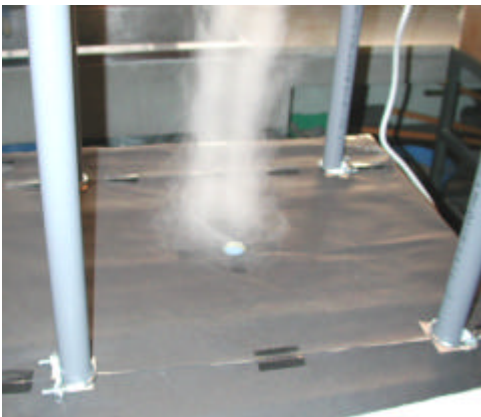
【装置の下部】



【台の裏側】



【超音波加湿器の蒸気】



【エアーカーテン作動】



【人工竜巻発生】

## 5 結果

### (1) 予備実験

電灯によって、テーブルを暖め、線香の煙を対流によって上昇させる実験を行った。線香の周辺には、厚紙をプロペラ状に並べて、渦ができるようにした。結果、微かに渦を巻いて上昇していったが、あまりはっきりと認識できなかった。また、部屋内の空気の流れが大きく影響し、渦を乱してしまう。

この装置の上方から、掃除機で吸引すると、弱かった上昇気流が強められ、吸引しないときよりもはっきりと煙の渦が認められた。しかし、視覚化という点に置いては、線香の煙はやや見えにくい。

### (2) 本実験

装置が完成後、当初は、視覚化の媒体に何をを用いるかが検討課題であった。

#### 線香の煙

予備実験で用いた線香の煙では、煙の粒子の挙動が不安定で、エアーカーテンの風量をかなり押さえないと渦としての視覚化は難しい。

#### ドライアイス

ドライアイスを水に沈めることによって発生する煙(?)では、比較的安定して渦が認められたが、ドライアイスの消費によって渦の演じ時間が短いのが難点である。

#### 加熱水蒸気

加熱した水蒸気を用いると、加熱した水蒸気を装置の下部から排出するまでに凝縮が起こり、発生した蒸気は視覚化するための媒体としては不足気味であった。また、高温の水蒸気は、洗濯用配水ホースを変形させてしまう。

### 超音波加湿器による水蒸気

自宅にあった超音波加湿器を洗濯用排水ホースにつなぎ、演示してみたものが渦のでき方が安定していた。ホースを痛めることもなく、持続的に演示でき、視覚化という点でも現在のところ最も効果的な媒体である。

#### (3) 応用実験

超音波加湿器による水蒸気を媒体に用い、エアーカーテンの風量（送風機のダイヤルで調整）、上方からの吸引力（送風機のスイッチで調整）を調整することで、さまざまな竜巻ができる。また、竜巻内部や周辺の風速を調べることができれば、科学的にも応用ができるのではないかと考える。

## 6 まとめ

たばこの分煙システムなどで用いられている、エアーカーテンの仕組みを応用して、竜巻現象を再現してみたい、という動機から出発した計画であったが、最近では、科学館などでも竜巻発生装置を設置したり、市販品も見られるようになってきている。しかし、その価格や設備は大がかりで、学校の授業等で用いるには困難である。今回製作に要した費用は実質数万円程度で、これくらいであれば、何とかなる範囲ではないかと考える。この教材の製作で問題となった点は、竜巻を視覚化するための媒体である。最終的に超音波加湿器による水蒸気を用いたが、この家電製品は現在あまり市販されていない。幸い自宅に保管してあったものが調達できたため、完成に至ったが、この点は今後の課題である。また、科学的に研究を深める意味で、この教材を用いて、竜巻現象のモデル実験を定量的に行うことができると一層有効に利用できると考える。最後に、この教材の開発にあたって、本校地学部顧問の山田一郎、野澤美幸両先生および地学部の生徒諸君には多大な協力をいただいたことを、心より感謝いたします。