

# ペーパー湿度計～身近なもの・紙を用いた湿度計を作成する～

嶋田 大地 西本 允郁 長谷原 康介 府殿 峻冬

## 【概要】

私たちは「湿度の測定」に目をつけ、毛髪湿度計をヒントに、髪の毛の代わりに紙を使えないかと考え、3つの方法を試した。方法1では、紙が湿度を吸収すると、質量が増すと考えた。高い吸収性が周囲の湿度と反応すると考えた。方法2では、印刷時に湿度が高くなると、紙同士が張り付く問題から、湿度が高くなると摩擦力が大きくなると考えた。方法3では、紙を構成している植物繊維に親水基があるため、湿度によって、紙の伸縮が起こると考えた。方法1の結果は、湿度と紙の質量に相関関係が見られた。また、高い湿度から下げていく実験も行ったところ、紙の質量は減少した。方法2の結果は、湿度と摩擦力に相関関係があったが、実験を行うことが難しく、誤差が大きい。方法3の結果は、湿度と紙の伸長に相関関係がみられた。しかし、変化量が微量であるため、肉眼での判断が難しかった。

There are few ways to measure humidity, without a machine. We developed a simple hygrometer to measure humidity. We used Japanese paper, familiar material this is sensitive to moisture, to build a simple hygrometer. We succeeded in detecting change of humidity, although the result were not exact. Next, we will try to improve the accuracy by increasing the amount of data.

## 【研究動機・目的】

1年生の時に2年生で行う課題研究のテーマについて考えていた時、天気について興味のある4人が集まって研究班を作り、気象に関する研究をはじめたいと考えた。また、先生から、「高校・高専『気象観測コンテスト』」のお話を聞き、ぜひ参加したいと考えた。

私たちは身近にある気象観測の様々な気象データの中から『湿度』に目をつけた。そして、何らかの方法で測ることができないのかと考えた。そして、既存の湿度計を調べていくなかで、「毛髪湿度計」という髪の毛を用いた湿度計に興味をもった。しかし、この湿度計には、大きな欠点があり、髪の毛が汚れてしまうと、正確に伸び縮みが行われぬ。また、0%～100%の湿度変化は0.3%ととても変化が少なく正確性に欠けるところが問題点である。

そこで、吸湿性のある物をしらべていくなかで吸湿性のある紙、私たちの地元にある和紙を乾湿素材として利用できないか考え、研究しようと思った。

また、紙の特長を用いたアイデアを出し合って、日本各地にある、和紙が乾湿素材として適用するのか調べることを目的とする。

## 【和紙の吸湿性についての予備実験】

和紙が、普通の紙とは違い吸湿性が高いということを証明するため次のような実験を行った。コピー用紙を対照として、実験を行った。

- ① 長さ10cmの短冊状にしたコピー用紙、地元の阿波和紙を切り取り吊るす。
- ② 容器に水を加えて、下端1cmを水に浸して、10分間放置した。

予備実験の結果、阿波和紙は上端まで全て水にぬれたが、コピー用紙は水につけていた部分だけがぬれた。

この結果は、コピー用紙には、インクのにじみを防ぐために薬剤が添加されており、その影響で、吸水を妨げていると思われる。

よって、和紙が十分に乾湿素材として利用できることを考えた。

### 【仮説】

私たちは紙の持つ特徴からアイデアを出し、検討することにした。

#### ① 紙の吸湿による質量変化をとらえる

湿度が高いほど紙は湿気を吸収して、重量が増すと考えた。これは、和紙には高い吸水性、吸湿性があり、周囲の湿気に反応すると考えた。

#### ② 紙の吸湿による摩擦力の変化をとらえる

湿度が高いほど摩擦力は大きくなり、それを斜面に置くことによって、より大きな角度で滑り始める。これは、印刷業の HP を調べた際、湿度が高いと紙同士が張り付いてしまう問題が報告されている。そこで私たちは湿度が高いほど、紙同士の摩擦は大きくなると考えた。

#### ③ 紙の吸湿による紙の伸長をとらえる

紙は湿気を吸うと、紙自体の大きさが大きくなり、長さが長くなると考えた。紙を構成している植物繊維は親水性があり、湿度が高くなると吸湿して膨張し、低くなると放湿し収縮する。そのため紙は湿度に応じて伸縮すると考えた。

### 【実験にあたって～簡易実験室の作成】

通常の部屋で実験をすると、湿度や温度を一定に保つことは難しく、正確なデータは得られないと考えたので、比較的人通りの少ない4Fのエレベーターホールに電話ボックスより少し広いぐらいの仮設(着脱可能)実験室をつくり、量を加減して湯気を拡散させることで湿度を変化させ、実験を行うことにした。



図1 簡易実験室の様子



図2 簡易実験室での実験の様子

### 【実験方法】

#### ① 吸湿による質量変化

紙が湿度を吸うには、紙の表面積をできる限り広くすることが必要だと考えた。最初に、地図などを折る際に用いられている、ミウラ折を使って紙の表面積を稼ごうと考えた。

しかし、すべての面を空気に触れさせた状態で、表面積を稼ぐことが難しかったため、別の方法を考えた。考えた末、紙を丸く切りそれにひだをつけ、くしに刺すことにした。また、比較のため和紙で作ったもの、コピー用紙で作ったものの2つを用意した。これを上で説明した簡易実験室に装置を放置し、その後湿度を10%ずつ上げていき20分ごとに質量を計測した。

(図3, 4)

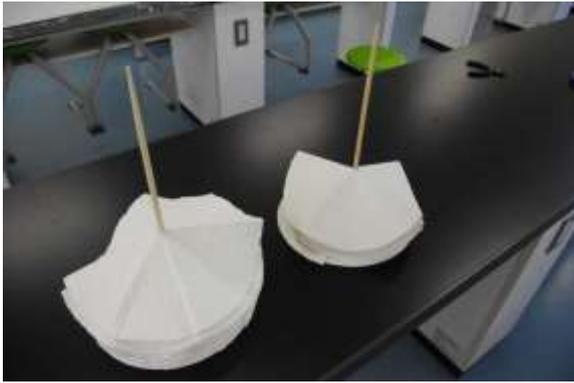


図3 和紙とコピー用紙の2つの装置



図4 重さの測定の様子

## ② 吸湿による摩擦力の変化

木の板を使って、斜面をつくり、木の板の上に和紙を貼り付けてその上に木の板と接する面に和紙を貼り付けたおもりを置いて木の板と木の板が接するところの角度を分度器を用いて測定するという方法を考えた。

しかし、この装置にはたくさん問題があり、湿度を測定するにはまだまだ改良が必要であった。この和紙にはシボと呼ばれる和紙特有のちりめん上のしわがあり、うまく滑らせることができなかった。また、おもりとして使っていたレンガが重すぎて、滑り出す前に落ちてしまうことや、木の板が厚すぎて接するところの角度を正確に測ることができないこと、分度器を固定することが難しいことなどの問題点を改良する必要があった。

そこで、和紙をもっと表面が滑らかな和紙と交換し、レンガ製のおもりを木製の軽すぎず、重過ぎないある程度のもんに変え、直接角度を測る方法をやめ高さを使った測定方法を用いる

ことにした。また、木の板が厚すぎたため、片方を薄いアクリル板にした。

また、分度器等で直接傾斜を測ると誤差が大きくなったため、木の板の横に30cmの定規をとりつけ、木の板とアクリル板が接するところから定規までの距離を10cmにして $\tan \theta$ を使って角度を測定する方法を用いた。

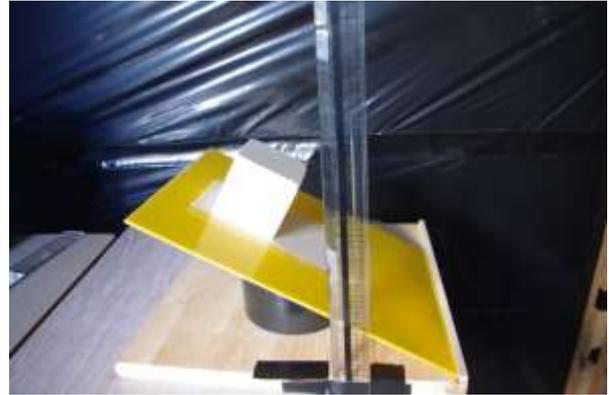


図5 改良した装置

## ③ 吸湿による紙の伸縮の変化

紙を構成している植物繊維は親水性があり、湿度が高くなると吸湿して膨張し、低くなると放湿し収縮する。そのため紙は湿度に応じて伸縮すると思った。

和紙の片方をテープでとめて測定した。(定規を下に敷いた)幅3センチ、長さ18センチの和紙を使用して、湿度の変化による紙の長さを計測した。この実験についても問題が生じた。変化量が小さすぎて肉眼で測定することができなかった。この実験は湿度を測定するには少し難しいのではないかと考えた。



図6 吸湿による紙の伸縮の変化を測定する

## 【実験結果と考察】

### ① 吸湿による質量変化

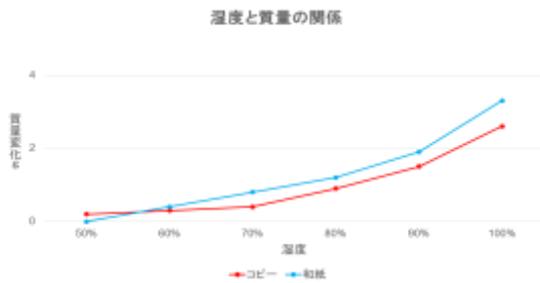


図7 湿度と質量の関係

私たちが立てた仮説どおりグラフに相関関係が見られた。また、コピー用紙よりも和紙のほうがより変化量が大きかった。

さらに、湿度が高い状態から下がるとどうなるかということについても実験した。湿度 100%で和紙を 20 分放置した後、50%の湿度で放置した。

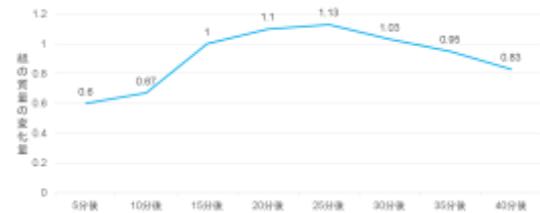


図8 時間と質量の関係

グラフからわかるように、湿度 50%で放置して 5 分放置した時点から湿度が下がり始めた。

### ② 吸湿による摩擦力の変化



図9 時間と高さ (角度) の関係

私たちの仮説どおりこのグラフには相関関係がみられた。しかし、この実験をするのは難しく、多少の誤差があると考えられるので、データの正誤の判断はできない。さらなるデータの収集が必要だと思った。

### ③ 吸湿による紙の伸縮の変化

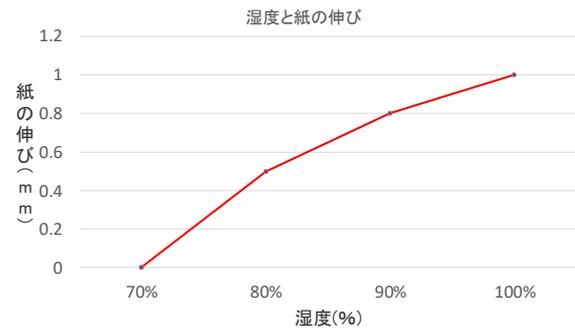


図10 湿度と紙の伸長の関係

このグラフは 70%からしかないが、これは 70%までのデータの変化量が小さすぎて、値をとることができなかった。70%からのグラフには相関関係がみられた。実験後、湿度を 70%に再び戻すと、髪は元の長さに戻っていた。やはり考察どおりデータの変化量は小さく、これを、湿度を測る装置にするには難しいと思った。

### 【今後の課題】

各実験ともデータが不足しており、グラフにはまだまだ誤差があると考えられるため、もっと実験を重ねて精度を上げる必要がある。

また、紙は湿ると破れやすくなる（金魚すくいのポイなど）ので、湿度が高くなると引っ張り強度が低下すると考えたが、その実験ができていないので、今後新たに実験装置を考案して実験する。

阿波和紙以外の和紙（近県の「土佐和紙」「伊予和紙」やユネスコ世界無形文化遺産に選ばれた「細川紙」「本美濃紙」「石州半紙」など）を感湿素材として用いた実験を行う。

部屋に飾れるペーパーオブジェのような形状で、湿度の指標にもなるようなデザインを検討する。