

ペットボトルで起こる自然現象

～文字のまわりに水滴がつかない謎を探る～

つくば市立吾妻小学校 5年 内山 和瑛

1. 動機

学校の総合の時間にペットボトルを使った。そのペットボトルは中がぬれていて、ふたを閉めて日の当たるところに数日置いていた。ペットボトルを使うとき、(図1)のように名前のまわりにだけ水滴がついていなかったため、不思議に思った。友達は、「黒色なので、熱を吸収したからではないか。」と言った。本当にそうなのか確認するために、この研究をしようと思った。

2. 目的

ペットボトルに書いた文字のまわりに水滴がつかない現象の原因を調べること。

3. 予想・仮説

友達が言ったように熱を吸収したからだと思う。なぜなら、文字を書いた部分が温まりまわりに熱が広がって、水滴が温められて、水蒸気になり、なくなると思う。なので、熱を吸収しない白文字はまわりに水滴がついてしまうと思う。



(図1)

4. 研究の手順・方法

【実験Ⅰ】予備実験：500mL ペットボトルと 2L ペットボトルに名前を書いて実験

【実験Ⅱ】何も書いていないペットボトルと四角形に塗りつぶしたペットボトルでの比較：

(図2：デジタル温湿度計)・(図3：温度計)・(図4：赤外線放射温度計)を使って温度などを計測した。平等にするため、1.5×5cmの四角形を描き、水は200cc入れた。気温、湿度、地温、水温、それぞれのペットボトルの中の温度・湿度、文字を書いた部分の温度、水滴がついていない部分の温度、水滴がついている部分の温度をはかった。水温は、何も書いていないペットボトルの水温を基準としてはかった。水滴がついていない部分の縦横の長さをはかり(0.5cm単位)、面積を出した。7:00~14:00まで1時間ごとに、計8回計測した。

【実験Ⅲ】位置の関係を調べる：(実験Ⅱ)と同じ。

【実験Ⅳ】ペンの種類の違いについて：

4種類のペン(ペンA・ペンB・ペンC・ペンD)を使ってペンの種類による違いについて調べた。その他(実験Ⅱ)と同じ。

【実験Ⅴ】色の違いについて：

黒、白、赤、青、黄、緑の計6色を上と真ん中に書いた。その他は(実験Ⅱ)と同じ。

【実験Ⅵ】素材による違いについて：黒色のフェルト・マスキングテープ・画用紙・ビニールテープを使った。(実験Ⅴ)と同じように上と真ん中に書いた。

【実験Ⅶ】水滴は温められると本当になくなるのか調べた。

(実験Ⅵ)で使ったペットボトルを使って、ドライヤーで温めた。

【実験Ⅷ】色の違いについて(再実験)：黒、白、赤、青、黄、緑の計6色を上を書いて実験した。

5. 実験の結果

【実験Ⅰ】予備実験：動機で言った現象が起こるか調べた。



(図2) (図3) (図4)



(図5)

予想：現象は起こると思う。

結果：(図5)のように現象は起こった。また、2L ペットボトルのほうが見やすかったため、2L ペットボトルを使うことにした。

【実験Ⅱ】何も書いていないペットボトルと四角形に黒く塗りつぶしたペットボトルでの比較

(実験Ⅰ) で水滴がつかなかったのはたまたまかもしれないかもしれないかもしれないかと思ひ、何も書いていないものと四角形に塗りつぶしたもので比較した。

予想：何も書いていないペットボトルにはすべて水滴がつくと思う。

結果：(図6)・(図7)のように、何も書いていないペットボトルはすべて水滴がつき、四角形に塗りつぶしたペットボトルは四角形のまわりに水滴がついていなかった。



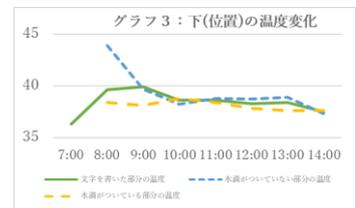
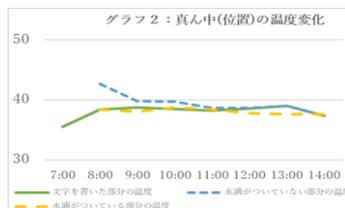
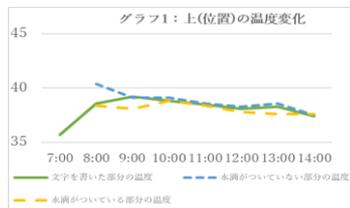
(図6) (図7)

【実験Ⅲ】位置の関係を調べる

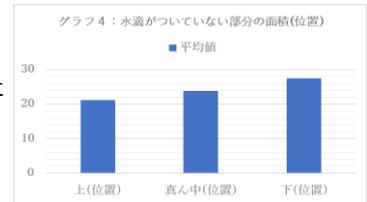
上、真ん中、下に四角形を描いたときに場所によって温度や面積は変わるのか調べた(図8)。

予想：上、真ん中、下で特に変化はないと思う。

結果：



上、真ん中、下では同じような温度変化をしていた。面積は下になるほど大きくなった。下の面積は大きかった(図8) ので、今後の実験では上と真ん中に書くことにした。



【実験Ⅳ】ペンの種類の違いについて

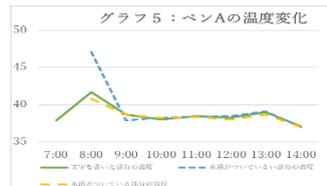
今後の色の違いについての実験で使うペンの種類を決めるためにこの実験をした。

予想：ペンCが一番面積が大きくなると思う。なぜなら、一番濃いから。

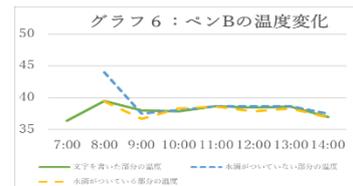
結果：



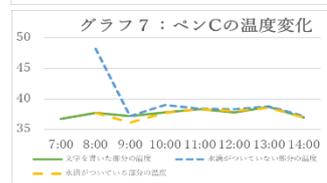
ペンA



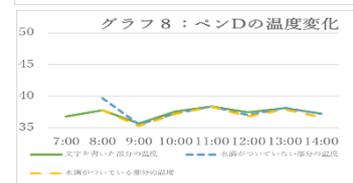
ペンB



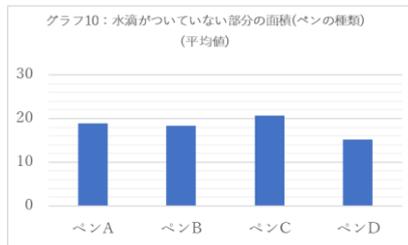
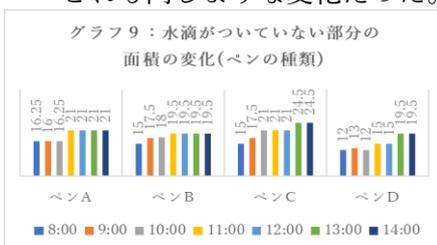
ペンC



ペンD



どれも同じような変化だった。



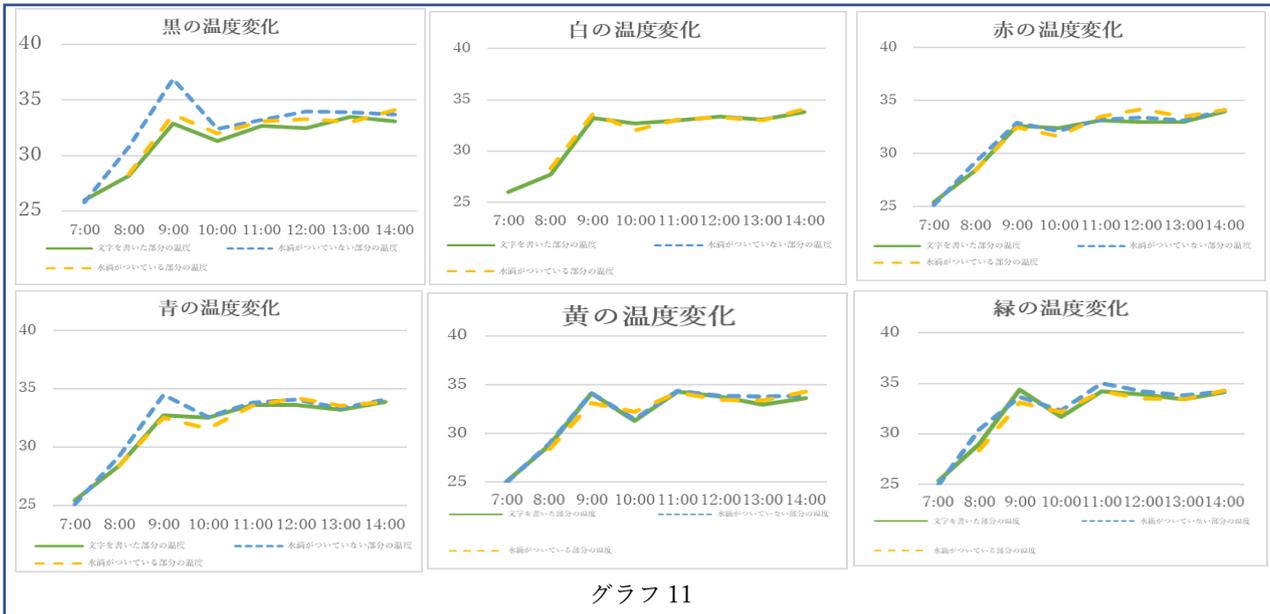
面積はペンCが一番大きく、ペンDが一番小さくなった。結果が一番安定していたペンCを色の違いの実験で使うことにした。

【実験V】色の違いについて

(実験IV) で一番結果が安定していたペンCを使って実験した。

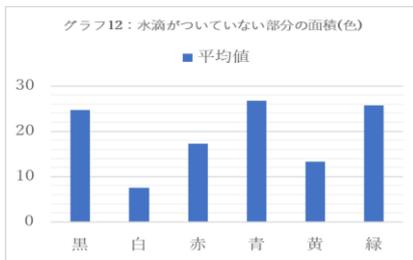
予想：黒色が一番水滴がつきにくく、白色が一番水滴がつきやすいと思う。

結果：各色による色の部分、水滴がある部分とない部分の温度変化を下のグラフ11に示す。



グラフ 11

黒が高く、白が低いと思ったが、同じような温度変化をしていた。ペットボトルの中と表面温度の差なども検討したが、水滴がつかない部分との関係性はあまり見つからなかった。

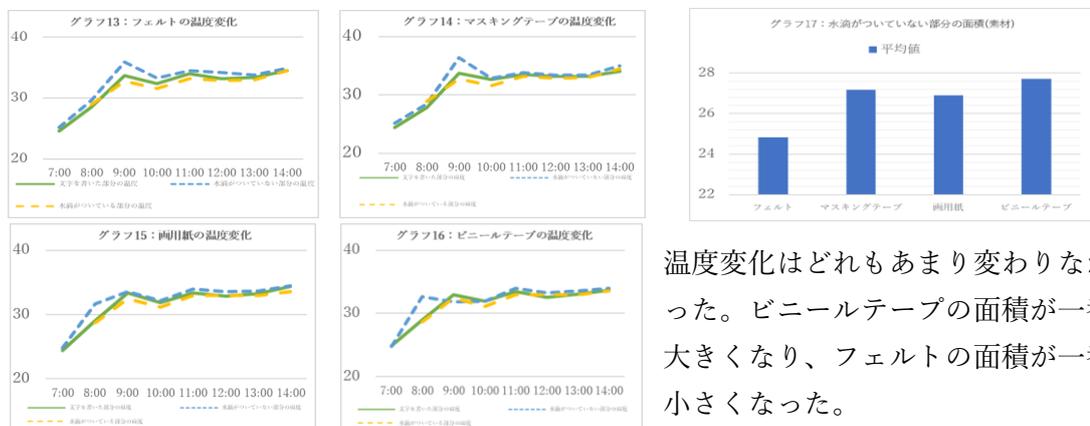


8:00~14:00 までの水滴がつかなかった部分の面積を平均すると青が一番大きかった。インターネットで調べた熱の吸収率ランキングは黒→緑→青→赤→黄→白の順だったが、今回の実験結果での面積は青→緑→黒→赤→黄→白の順で、異なっていた。順位は僅差であり、実験の誤差が影響したかもしれないと考えた。(実験III)を見直してみると、上に書いたものと真ん中に書いたものでは面積差があり、それを考慮すると真ん中に書いた青と緑の大きさが過大評価されている可能性が考えられた。

【実験VI】素材による違いについて：素材による違いについて調べた。

予想：フェルトが一番水滴がつきにくくなると思う。なぜなら、凸凹しているため、空気や熱に触れる面積が一番多いと思うから。

結果：



温度変化はどれもあまり変わらなかった。ビニールテープの面積が一番大きくなり、フェルトの面積が一番小さくなった。

【実験Ⅶ】水滴は温められると本当になくなるのか調べる

予想：なくなると思う

結果：(実験Ⅶ) で使ったペットボトルを終了後にドライヤーで温めると、水滴がついていた部分の水滴もなくなった(図9)。やはり、ペットボトルが外から温められると水滴がつかないと考えた。



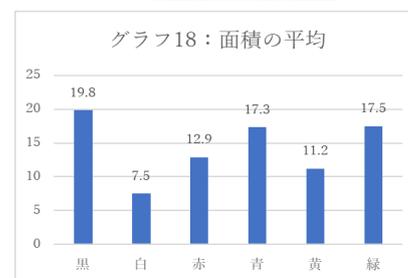
(図9)

【実験Ⅷ】色の違いについて(再実験)

(実験Ⅳ) で述べたように、真ん中に書いていた青・緑が上を書くより大きくなったのではないかと思い、今回の実験では、すべて上を書いて再実験した。

予想：熱吸収率の順番と同じになる。

結果：黒→緑→青→赤→黄→白の順で、熱吸収率と同じだった。

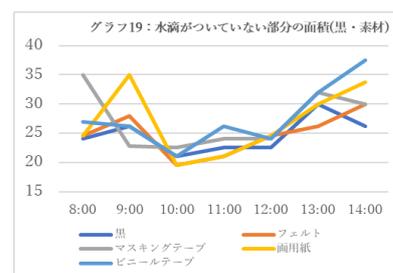


6. 考察

考察①：(実験Ⅲ) の上、真ん中、下の温度変化のグラフを見るとどれも概ね水滴がついている部分の温度が一番低く、水滴がついていない部分の温度が一番高かった。文字を書いた部分で吸収した熱がまわりに広がり、水滴がついていない部分ができたと考えた。

考察②：調べた熱吸収率と水滴がついていない部分の温度の面積の順番が(実験Ⅷ) で示したように同じになっていた。なので、水滴がつかないのには熱が関係していると考えた。

考察③：実験前は、色を付けた部分の温度が上昇し、まわりに水滴がつかないと考えていたが、実験では温度と水滴がつかない部分の面積はあまり関係がなかった。ただ、考察②で示したように熱とは関係があると考えられるので、温度の測定に問題があった可能性が考えられる。今回は、非接触型温度計で測ったため、ペットボトルの表面温度が正確に測れていなかった可能性が考えられる。



考察④：ペンCの黒文字で書いたもの、フェルト、マスキングテープ、画用紙、ビニールテープの変化(右グラフ)を見ると、それぞれあまり違いはないため、熱の吸収に素材の影響はないと考えた。

7. 反省点

反省点①：温度測定には誤差があるので、何回かのデータを平均したほうがよいと思ったこと。

反省点②：同じ場所をはかれていなかったため、正しい変化が記録できなかったこと。

反省点③：ペットボトルの表面温度をはかるのに工夫が必要である。

8. 結論

文字を書いた部分のまわりに水滴がつかないのは、文字を書いた部分に日光の熱が吸収されて、まわりに熱が広がり、温度が上昇し、ペットボトルの中の水蒸気が水滴にならないことが仕組みである。文字を書いたまわりの温度変化は再度検証する必要がある。

9. 疑問・課題点

疑問：なぜ、ペンの種類によって面積などが変わるのか。

課題点：同じ場所をはかり、できる限り正しいデータを記録すること。

10. 参考文献

<https://weathernews.jp/s/topics/202108/050255/>