

半永久ボールペン

～ボールペンの寿命を長くする～

3514 川上真葵 3633 丸山日菜

私達は、発展途上国の文房具不足に役立てるためにボールペンのインクを変化させ、寿命を長くする方法を研究した。実験で、水性ボールペンより油性ボールペンのほうが長持ちするとわかった。文献より油性インクは粘度が高く、水性インクは粘度が低いので、インクの粘度と寿命には関係があるという仮説の元、研究を行った。実験で水性のインクに増粘剤、純水を混ぜて粘度を変化させたら、もとのインクの粘度が最も寿命が長かった。また、インクの温度や色を変化させたところ、寿命に変化があることがわかった。今後の展望として、温度と色の違いによる状態の変化などを調べ、より長持ちするインクの作成を目指したい。

キーワード ・ボールペン ・インク ・寿命 ・半永久

1. 目的

主に発展途上国で問題となっている文房具不足を解決するために、ボールペンのインクの寿命を長くし、文房具不足の解決に役立てる。また、1つのボールペンのインクの寿命を長くすることで、使用後のごみを減らし、世界的な環境問題の解決に役立てる。

予備実験

油性ボールペンと水性ボールペンのインクの減りについて

手順

1. 同じメーカーの水性ボールペンと油性ボールペンを用意する。
2. 同じ人が同じ時間使い、質量の変化を調べる。

結果

水性ボールペンのほうがインクの減りが早い。

表 1

	水性	油性
質量の変化	-0.23 g	-0.07g
調査	インクの粘度が低い(流動性が大きい)	インクの粘度が高い(流動性が小さい)

2. 仮説

- ・インクの流動性が変化することで寿命も変化するため増粘剤を用いたり、温度を変化させたりすることで寿命が変化する。
- ・インクの色によって成分の配合率に違いがあるので、色によって寿命が変化する。
- ・寿命が長くなる性質を調べ、それを活用することで、市販のボールペンよりも寿命の長いボールペンを作ることができる。

3. 使用器具

- ・油性、水性ボールペン 0.5 mm (ゼブラ株式会社)
- ・ルーブリーフ (KOKUYO Campus B5 7 mm A)
- ・ガラスペン用インク チェリーレッド、ブラック (松野工業株式会社)
- ・ガラスペン (松野工業株式会社)



図 1 使用器具の写真

4. 研究

実験1 インクの粘度と寿命の関係について 手順

1. ガラスペン用インクとガラスペンを用意する
※実際にボールペンのインクを使用し、インクの粘度を変化させることが困難だったため、これ以降の実験ではボールペンのインクの代用品としてガラスペン用インクを用いることにした。

2. インクの粘度を変化させる（増粘剤としてアルギン酸 Na、ペクチン、インクの粘度を小さくするために水を使用する）

- ・インク 2.00 g
- ・インク 2.00 g+アルギン酸 Na0.01 g
- ・インク 2.00 g+アルギン酸 Na0.10 g
- ・インク 2.00 g+ペクチン 0.10 g
- ・インク 2.00g+純水 0.10g

3. インク 2.00g 分線を引く。

4. 引いた線の長さを測る。



図2 インク 2.0g+アルギン酸 Na0.10g の様子

実験2 インクの温度と寿命の関係について 手順

1. ガラスペンとガラスペン用インクを用意する。

2. インクの温度を変化させる。

- ・ -10.00°C
- ・ 0.00°C
- ・ 55.00°C

（温度を上げる場合：お湯を用いる

温度を下げる場合：塩と氷を用いる）

3. インク 2.00 g 分線を引く。

4. 引いた線の長さを測る。



図3 温度を下げる実験の様子

実験3 インクの温度と流動性について 手順

1. ガラスペン用インクを用意する。

2. インクの温度を変化させる。

3. 粘度計を用いてインクの流動性を測る。

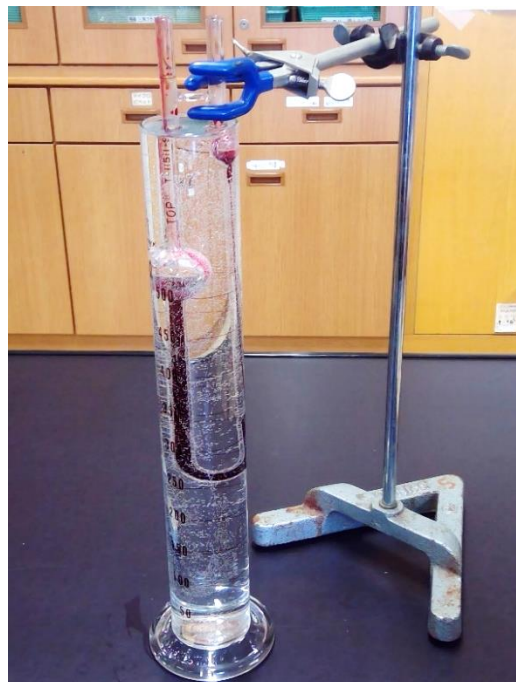


図4 粘度計を用いた実験の様子

実験4 インクの色と寿命について 手順

1. ガラスペンとガラスペン用インクを用意する。
（レッド、ブラック）

2. それぞれのインク 2.00g 分線を引く。

3. 引いた線の長さを測る。



図5 使用したインクの様子



図6 インクで書いた様子

5. 結果

実験 1

赤インク 2.00g に対してアルギン酸 Na0.10g 加えたものやペクチン 0.10g 加えたものは粘度が高すぎて上手く書くことができなかった。



図7 上手く書けなかった様子

グラフ 1 のように

1. インクのみ

33.26m

2. インク 2.00g+アルギン酸 Na0.01g

25.10m

3. インク 2.00g+純水 0.10g

24.10m

4. インク 2.00g+ペクチン 0.10g

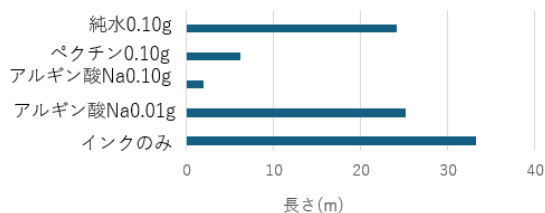
6.16m

・インク 2.00g+アルギン酸 Na0.10g

1.92m

の順で書ける長さが長くなる。

インクの粘度と寿命の関係



グラフ 1 インクの粘度と寿命

実験 2

1. -10.00°C

2. 0.00°C

62.06m

56.75m

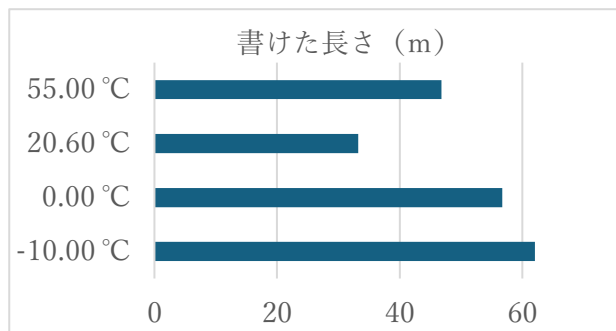
3. 55.00°C

4. 常温(20.60°C)

46.82m

33.26m

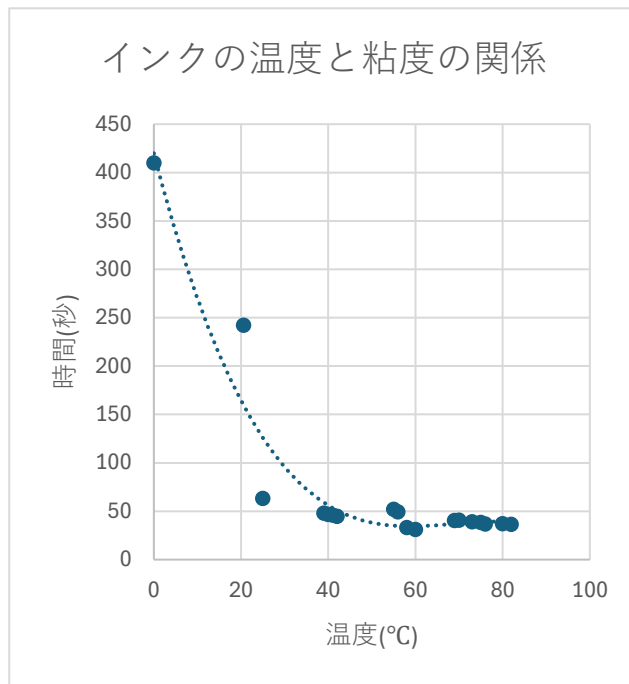
の順番で書ける長さが長くなる。



グラフ 2 インクの温度と寿命

実験 3

粘度計で流動性を測る際、秒数で粘度を計測したため、秒数の長さを粘度の大きさとみなす。

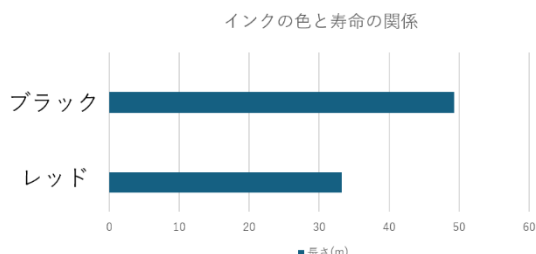


グラフ 3 インクの温度と粘度の関係

実験 4

1. ブラック 49.28m
2. レッド 33.26m

となり、ブラックの方が約 1.5 倍長く書ける。



グラフ 4 インクの色と寿命

6. 考察

実験 1 でインクの粘度を高くしても低くしても寿命は短くなったので、インクの寿命を延ばす最適な粘度があり、粘度を変化させていないインクの粘度が最適であると考えられる。また、実験 2 より、インクの温度を常温から変化させると寿命が延びることが分かった。松野工業株式会社に問い合わせたところ -10.00°C でインクの寿命が最も延びたのは、流動性が小さくなったからだと分かった。しかし、インクの温度を高くした際になぜインクの寿命が延びたのかはまだ分かっていない。実験 3 から、粘度と温度は関係しており、温度が低いほど粘度が大きくなることがわかった。実験 4 では、インクの色によってインクの寿命が変化する場合があると考えたが、まだ実験数が足りていないため、インクの色による成分の違いやその関係についてさらに研究していく必要がある。

7. 展望

インクの寿命が最も長くなる最適な温度を調べ、インクの寿命が最も長くなる温度が常温よりも低かった場合では、その流動性のインクを作る方法を考え、温度が常温よりも高いときに寿命が最も長くなった場合では、なぜ長くなったのかの原因を追究し、実際に寿命が長くなるボールペン

の開発につなげていきたい。また、流動性と温度の関係性を活用しインクの寿命との関係について調べていきたい。インクの色と成分の配合率などを調べ、色のバリエーションを増やし、インクの色と寿命の関係について調べていきたい。

8. 謝辞

協力してくださった方々ありがとうございました。

9. 参考文献、引用文献

- ・三菱鉛筆

油性・水性・ゲルインクの違いは何か

https://www.mpuni.co.jp/customer/ans_15.html (2024.12.18)

- ・ゼブラ株式会社
- ・松野工業株式会