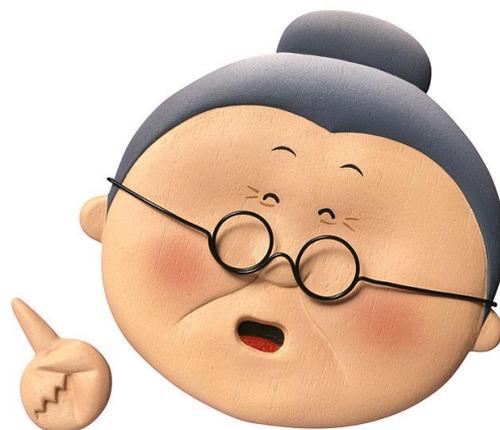


おばあちゃんの知恵袋 を考察 その3

チューブ入り軟膏の曲がりの謎解き



碧南市立新川中学校

3年3組 石川昂平 <部門A>

<目次>

1. 動機

2. 実験開始

①実験項目

- <1>曲がって出てくる軟膏の観察
- <2>チューブの形状(角度)と曲がり方の違い
- <3>チューブの長さとの曲がり方の違い
- <4>パイプに釘を刺した時の曲がり方の違い
- <5>絞り出す速さによる曲がり方の違い
- <6>粘度による曲がり方の違い
- <7>軟膏が曲がって出てくる理由
- <8>チューブ入り軟膏の曲がる方向
- <9>曲がる原因部位の特定
- <10>チューブ先端の形状

②準備するもの

③実験仮説又は疑問

④実験

⑤結果と考察

3. 実験のまとめ

4. おわりに

1. 動機

- ・僕の大好きなおばあちゃんの頭の中は、知恵袋でいっぱいです。
- ・前回同様、おばあちゃんの知恵袋の一つを考察したくて、第三弾として「チューブ入り軟膏の曲がりの謎解き」を取り上げます。
- ・学校休校の時に、おばあちゃんと家の中の断捨離をしました
おばあちゃんの机の引き出しから沢山のチューブ軟膏が出てきて
ちょっといたずらで絞ってみたら、曲がって軟膏が出てきました。
- ・おばあちゃんがこうなるから大変なのと言っていたので、今度は僕の知恵袋で恩返しすることにしました。

2. 実験開始

<1>①実験項目:曲がって出てくる軟膏の観察



- ②準備するもの:5種類の軟膏等
- ③実験仮説:軟膏の硬さによる違いが出てくる
- ④実験

各チューブを次のような条件で実験しました

- ・チューブの中央部を指で押す
- ・押し出すスピードは3秒間で1cmとする



歯磨き粉



ハンドクリーム



3種類の軟膏

⑤結果と考察

3本のチューブ入り軟膏が大きく曲がった。
歯磨き粉とハンドクリームは重力の影響で下向きに出て行った
ハンドクリームの方が歯磨き粉と比べ少し、くるんと曲がった
このことから、ハンドクリームのほうが歯磨き粉より粘度がある
一番粘度があるのは、チューブ入り軟膏だ

〈粘度の強さ〉



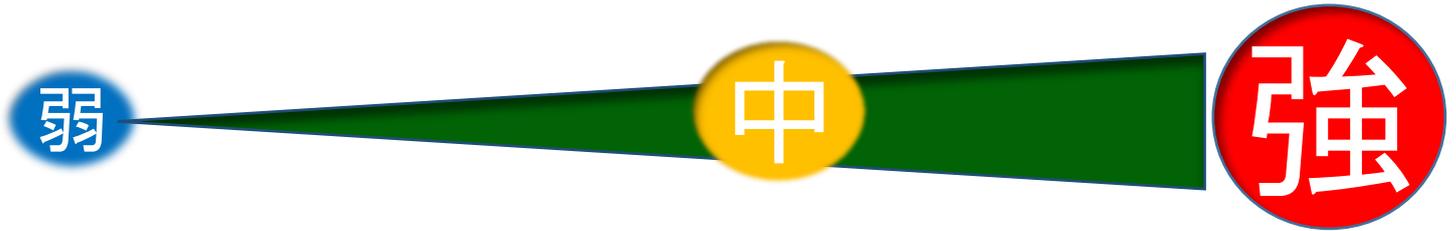
歯磨き粉



ハンドクリーム



軟膏



〈2〉①実験項目：チューブの形状(角度)と曲がり方の違い

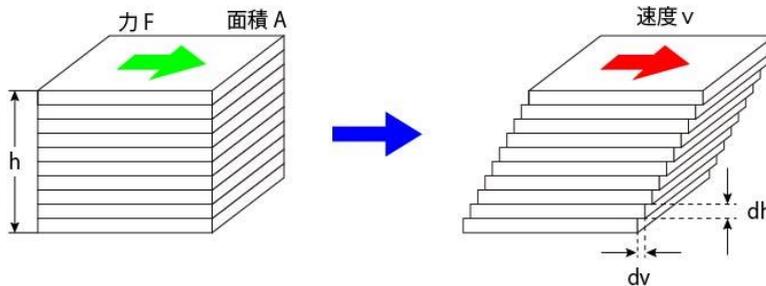


②準備するもの：タレの容器、ビニールチューブ、障子貼り糊
 糊の粘度85パスカル秒に設定(粘度計)
 (わらびもちくらい)

※粘度とは<インターネット参照>

↳<http://www.fds.osaka-u.ac.jp/lads/ishijima/viscosity-01.htm>

粘度単位パスカル秒(Pa・s)



上図のようなモデルを考えます

このある粘度を持つ厚み h の物体が上下の板で挟まれているとします

上の板を力 F でずらしていくと、速度 v 発生したとします

ここで、微小な厚み、 dh には dv という速度変化が付きます

これは、どの位置でも変わらないので、

$$\frac{dv}{dh} = \frac{v}{h} \quad \text{となります}$$

また、力を面積で割ったものが、**ずり応力**、となり F/A となります

これら二つには以下の関係が成り立ちます

$$\frac{F}{A} = \eta \cdot \frac{v}{h}$$

これが、ニュートンの式、と呼ばれるもので、比例係数が、 η =粘性係数と呼ばれるものです。式を変形すると次元は、

$$\eta = \frac{F/A}{v/h} \rightarrow \left[\frac{N}{m^2} \frac{m}{m/s} \right] = \left[\frac{N}{m^2} s \right] = [Pa \cdot s] \quad \text{となります}$$

※粘度計



③実験仮説: 出口角度が緩やかなものが曲がる

④実験

各チューブを次のような条件で実験しました

- ・ビニールチューブの先端角度を30度、45度、60度にカットする
- ・チューブの中央部を指で押す
- ・押し出すスピードは3秒間で1cmとする



30°



45°



60°

⑤結果と考察

きれいに曲がったのは出口を45° に切ったものだった。
出口を60度に切ったものは必ず先端が尖った方向に曲がった。
斜めにカットする傾斜が大きいほど大きく曲がった。
これは軟膏が曲がって出てくる理由を考えるヒントになりそうだ。

<3>①実験項目: チューブの長さとの曲がり方の違い



②準備するもの: タレの容器、ビニールチューブ、障子貼り糊

③実験仮説: 長さは短い方が曲がる

④実験

各チューブを次のような条件で実験しました

- ・ビニールチューブの長さを3cm、4cm、5cmに、
角度は45° にカットする
- ・チューブの中央部を指で押す
- ・押し出すスピードは3秒間で1cmとする



3cm



4cm



5cm

- ⑤結果と考察
曲がり方は同じだった。

<4>①実験項目：チューブに釘を刺した時の曲がり方の違い



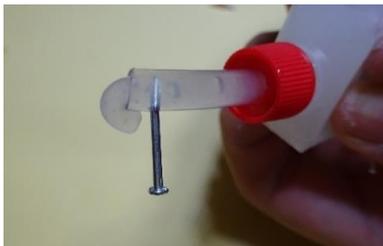
- ②準備するもの：タレの容器、ビニールチューブ、障子貼り糊、釘
糊の粘度85パスカル秒に設定

- ③実験仮説：釘の太さが太いほどが曲がる

- ④実験

各チューブを次のような条件で実験しました

- ・ビニールチューブの角度を 0° 、釘の太さ直径1.2mm、1.5mm
それぞれをチューブの出口付近の横側に刺す
- ・チューブの中央部を指で押す
- ・押し出すスピードは3秒間で1cmとする



太さ1.2mmの釘



太さ1.5mmの釘

⑤結果と考察

曲がったのは「1.5mmの釘」だった。

これも軟膏が曲がって出てくる理由を考えるヒントになりそうだ。

<5>①実験項目：絞り出す速さによる曲がり方の違い

②準備するもの：タレの容器、ビニールチューブ、障子貼り糊、釘
糊の粘度85パスカル秒に設定

③実験仮説：釘を刺したほうが曲がる

④実験

各チューブを次のような条件で実験しました

- ・ビニールチューブの角度を0°、釘の太さ直径1.5mm
出口付近の横側に刺したもの
- ・ビニールパイプの角度を45度にカットしたもの
- ・チューブの中央部を指で押す
- ・押し出すスピードを「6秒間で1cm」、「3秒間で1cm」
「1秒間で1cm」の3段階にする。

| | 弱い力で押す | 中くらいの力で押す | 強い力で押す |
|-------|---|---|--|
| くぎを刺す |  |  |  |
| 斜め45度 |  |  |  |

⑤結果と考察

どちらも、絞り出すスピードが速いほど、曲がり方が大きかった。

「釘を刺した」方が、「斜め45度」よりもはるかに大きく曲がった。

<6>①実験項目：粘度よる曲がり方の違い

②準備するもの：タレの容器、ビニールパイプ、障子貼り糊、釘、片栗粉

③実験仮説：釘を刺したほうが曲がる

④実験

各パイプを次のような条件で実験しました

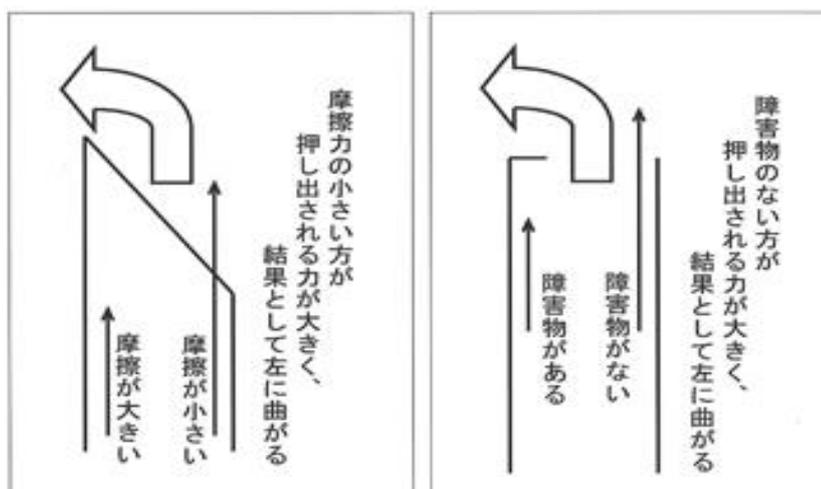
- ・ビニールパイプの角度を0度、釘の太さ直径1.5mm
出口付近の横側に刺したもの
- ・ビニールパイプの角度を45度にカットしたもの
- ・チューブの中央部を指で押す
- ・これまでの糊に片栗粉を練りこんで調整する
- ・「粘度120パスカル秒」、「粘度160パスカル秒」
従来の「粘度85パスカル秒」の3段階にする。
- ・押し出すスピードは3秒間で1cmとする

| | 粘度85 | 粘度120 | 粘度160 |
|-------|--|--|---|
| くぎを刺す |  |  |  |
| 斜め45度 |  |  |  |

⑤結果と考察

どちらのチューブも、粘度が大きいほど、曲がり方が大きくなった。
「釘を刺した」方が、「斜め45度」よりもはるかに大きく曲がった。

<7>①実験項目：軟膏が曲がって出てくる理由



⑤結果と考察

- ・これまでの実験結果及び考察から、軟膏が出てくるときの、「摩擦力」と「障害物」によって説明できる。
- ・軟膏が出てくるときのパイプ内壁との摩擦力は内壁との接触距離が長い程大きくなり、短いと小さくなる。
このため、斜めにカットされた出口では押し出される力に差が生じ、摩擦力の大きい、出口の先のとがった方向に曲がる。
- ・出口部分に障害物があると、押し出される力が小さくなり、障害物のない側の押し出される力の方が大きくなる。
このため、障害物のある方向に曲がる。
- ・出口を斜めにカットしたパイプよりも釘で障害物を作った方の曲がりが大きくなったのは「摩擦力」よりも「障害物」による力の差の方が大きいためだ。
- ・粘度が大きい方が大きく曲がるのはそれだけ「摩擦力」や「障害物」による反発力を受けやすくなるからだ。

<8>①実験項目：チューブ入り軟膏の曲がる方向

②準備するもの：チューブ軟膏

③実験仮説：<6>の考察によると曲がる方向は「常に一定」

④実験

実験でよく曲がった軟膏を使い、5回押し出してみた。

⑤結果と考察

曲がる方向は一定でなかった。

<9>①実験項目：曲がる原因部位の特定

②準備するもの：タレの容器、ビニールチューブ、障子貼り糊、軟膏

③実験仮説：曲がる方向が一定でない原因はチューブの先端の形状にある

④実験

軟膏の曲がる方向を変えている部分はどこにあるのか。

自作のタレ容器パイプに軟膏チューブの先端部分を取り付け、糊(粘度200パスカル秒)を5回押し出した。



1回目



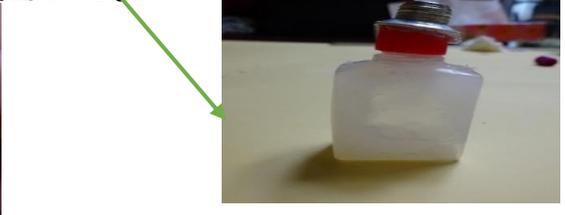
2回目



3回目



4回目



5回目

⑤結果と考察

曲がる方向は一定でなかったなので、軟膏の曲がる方向を変えているのは、チューブ先端の口の部分だ。

<10>①実験項目：チューブの先端の形状

②準備するもの：チューブ軟膏(未使用)

③実験仮説：チューブの先端がでこぼこしているので曲がり方が一定でない

④実験

未使用の軟膏の先端部分の口を開けて観察した。

⑤結果と考察

口の内側全体に、使い始めに金属膜を破った時にできる、ひだ状の凹凸が見られた。
この凹凸が、軟膏の曲がる方向を不規則に変化させている。

3. 実験のまとめ

1. 軟膏が曲がって出てくる理由

- ・<7>の⑤結果と考察と重複するが、
 - ・これまでの実験結果及び考察から、軟膏が出てくるときの、「摩擦力」と「障害物」によって説明できる。
 - ・軟膏が出てくるときのチューブ内壁との摩擦力は内壁との接触距離が長い程大きくなり、短いと小さくなる。このため、斜めにカットされた出口では押し出される力に差が生じ、摩擦力の大きい、出口の先のとがった方向に曲がる。
 - ・出口部分に障害物があると、押し出される力が小さくなり、障害物のない側の押し出される力の方が大きくなる。このため、障害物のある方向に曲がる。
 - ・出口を斜めにカットしたチューブよりも釘で障害物を作った方の曲がりが大きくなったのは「摩擦力」よりも「障害物」による力の差の方が大きいためだ。
 - ・粘度が大きい方が大きく曲がるのはそれだけ「摩擦力」や「障害物」による反発力を受けやすくなるからだ。

2. 課題

- ・この研究の中で、粘度によって軟膏の性質が変わるということがわかってきた。
- ・流体の粘度と性質の関係を調べていきたい。

4. おわりに

・おばあちゃんの知恵袋より

- ・おばあちゃんに恩返しできたかな？
- ・僕らの身の回りには不思議がいっぱいだ
- ・その不思議をおばあちゃんの知恵で解決してきた

※やっぱりおばあちゃんの知恵袋は半端ない

- ・まだまだおばあちゃんの頭の中には知恵袋が沢山ある
- ・中学を卒業してもおばあちゃんの知恵袋の中身を考察していきたい