

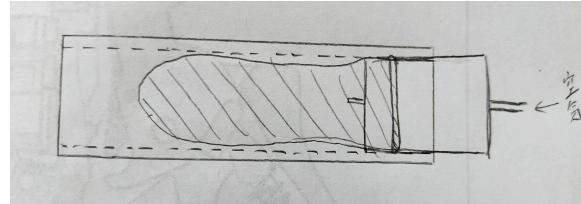
R7 理数探究 最終報告書 四次元ポケット班

1. テーマについて

- 1) テーマ
ドラえもんのひみつ道具を再現する
- 2) 動機
班員がドラえもんが好きで、日本中のドラえもんファンの夢を叶えたいから。
- 3) 事前調査
ドラえもんの公式サイトや漫画を調べ、道具の仕組みについて調査した。調査の結果として空気砲や、水加工ふりかけを実験テーマにした。
 1. 空気砲
空気のかたまりを発射する道具で、かなりのパワーがある。手にはめて使う。
 2. 水加工ふりかけ
水にふりかけることにより、水の材質を変えることができる道具。粘土や布状といった柔らかいものや、鉄といった硬いものまで。

2. 空気砲

- 1) 仮説
ドラえもんの公式サイトなどから空気砲の特徴について調べた結果以下のことが分かった。
 - ・砲身内部に圧縮された空気の砲弾を一気に撃ち出す
 - ・弾切れの概念が存在する
 - ・ドカーンという声で発砲するこのことから、空気砲の内部構造を銃に似たものだと予想した。しかし、事前調査を行った際に、空気を打ち出す銃器としてエアガンがすでに存在するため、今回は空気砲の本体の構造より、弾に注目することにした。
- 2) 実験1
 - a) 実験
薬莢の部分に伸縮可能で耐久性もあるゴムチューブを採用し、空気が漏れ出ないように内側にふうせんを詰め、空気が入る量を調べた。
 - b) 結果・今後の展望
風船に空気を入れた際に、強度が足りず割れてしまうため、今後は今回使用した風船の代替品を検討する。
- 3) 実験2
 - a) 実験
風船をアート用の細長い風船に変更し、同様の実験を行った。
 - b) 結果・今後の展望
圧縮するためにチューブの口につけていた栓が吹き飛んでしまった。現在入手できる材料では完全に圧縮することはできないとし、弾をつくることを諦め、今後は撃つたびに空気を溜めなおす方法に変更することにした。
- 4) 実験3
 - a) 先行研究
エポック社により、公式空気砲の玩具が販売されている。その仕組みは、レバーを引くことでゴムを引っ張り、空気を溜め、引き金を引くことで、ゴムが縮み、空気が放出される。
 - b) 実験
下部を切り取ったペットボトルの切り口に風船をつけて空気砲をつくる方法に変更した。



c) 結果・今後の展望

威力は30cmの紙の的を倒すことのできる程度。今後は威力を上げる方法を模索する予定だったが、時間の都合上、実験は以上で打ち切りとなった。

3. 水加工用ふりかけ

1) 目標

水加工ふりかけができる限り再現し、現実的な活用法を編み出す
※目標実現にあたり、実験はA、B2つの実験を行った

2) 基礎知識A

スライム PVAの分子鎖とホウ砂イオンによる網目構造でゲル化

ダイラタンシー現象 物体の内部に力がかかり液体の状態から固体に変化する現象

3) 仮説A

PVAとホウ砂(四ホウ酸ナトリウム10水和物)の結合(所謂スライム)は網目状になっており、その空白に水が閉じ込められる形になっている。

→ダイラタンシー現象を同時に起こし、網目の隙間に片栗粉の粒子を入れ込ませることによって、PVA結合の網目が粒子を押し固めて強度が増すのではないか。

4) 実験A

材料 水 PVA ホウ砂 片栗粉 米粉

①水とPVA100mlずつを混ぜ、ホウ砂水(50mlの水に4gのホウ砂を溶かしたもの)を少しずつ混ぜ、スライムを生成

②①で生成したスライムに水42g片栗粉52g混ぜたもの(すなわちダイラタンシー現象が起きる状態にした液体を指す)を混ぜてダイラタンシーの性質がスライムに現れるか検証

③片栗粉と同じ白い粉である米粉を①で生成したスライムに混ぜ②と違いがあるか対照実験

5) 結果A

②→通常のスライムよりも滑らかになり、千切れにくく、押したときの感触が硬い物体ができた。(通常のスライムは伸ばそうとするとすぐに千切れた)

③→②で混ぜたものとは異なり①で生成したスライムと同じような性質のみを持っていた。

6) 基礎知識B

○地衣類(菌類と藻類が共生関係を結んでできた複合体)の水分保持方法に注目
O-H(ヒドロキシ基)を多く持ち、水に対し親和性を持つ糖類がガラス化のカギになっている。マンニトール、スクロース等があるが、中でもトレハロースは特に強い結合を持っているため、これを使って実験を行う。

7) 仮説

地衣類は、乾燥や寒冷、標高の高い場所で生き延びるために水分をガラス化(vitrification)に近い状態で保存している。

→水の材質変化に活かせるのではないか?

8) 実験B(一)

トレハロースの飽和溶液を用意(水300ml、トレハロース192g)

→ガスバーナーで熱して余計な水分を飛ばす

→粘性の強くなった溶液75ml(トレハロース約28.9gを含む)」を容器に入れ、

①常温で1週間放置 ②1週間冷蔵

③50分間溶液を加熱、ぬるま湯で温度を下げた後常温で3日間放置

④1時間溶液を加熱、ぬるま湯で温度を下げた後常温で3日間放置

⑤1時間溶液を加熱、常温で3日間放置

9) 結果B(一)

①表面の気泡が目立つものの、無事に結晶化

②常温放置よりも気泡が目立たない状態で結晶化

③結晶化したものの、密度が低く隙間の多い結晶になっており、放置時間が①②より短かったためか水溶液が容器内に残存していた

④結晶化したものの、放置時間が①②より短かったため少し水溶液が容器内に残存していた

⑤結晶化したものの、放置時間が①②より短かったためかなりの量の水溶液が容器内に残存していた

10) 実験B(二)

できた結晶の性質を調べる

①硬い容器に入れて振る、一定の高度から落とすなどし、耐久性を確かめる。

②冷風のドライヤーを当て続け、さらに乾燥させたときの変化を調べる(乾燥への耐性はあるか?)

③熱風のドライヤーを近距離で当て続け、変化を調べる(熱耐性はあるか?)

④結晶を長時間放置しても性質に変化は起こらないかを調べる

⑤水に溶けるのかを調べる

11) 結果B(二)

①結晶は落下の衝撃に対する耐性は皆無

一方で、硬い容器に入れて振り続けたときは結晶が大きく破損することはなかった。

②5分以上冷風ドライヤーを近距離で当て続けても変化が見られなかった

③熱風ドライヤーを近距離で当て続けると、約5分後に少し表面が溶けてしまったが、それ以降ほぼ溶解が進行しなかった

④大きい結晶ほど時間がかかったが、全体的にかなりの速度で水に溶けた

【参考資料】

https://ispp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=4254

<https://www.nagase-foods.com/jp/library/exper>