

空気を使わずにペットボトルロケットを飛ばそう

練馬区立 下石神井小学校
5年 村澤 宏翼

1. 研究の動機

3年生の時の自由研究で、ペットボトルロケットに入れる水と空気の量と飛んだ距離の関係を調べ、空気の量に比例してたくさん飛ぶことがわかりました。実験の最後には100m以上も飛ばせました。この実験では、自転車用の空気入れを使ったので、空気を入れるのが大変で父親に手伝ってもらいました。
今回の研究では、力を使わずにペットボトルロケットを飛ばすにはどうすればいいのかを考えました。塾の理科の学習で、重曹と塩酸を混ぜると二酸化炭素が発生することを習ったので、うまく使えないか考えました。塩酸は手に入らないので、安全に二酸化炭素が発生させる方法を探したところ、クエン酸でも二酸化炭素が発生させられることがわかったので、重曹とクエン酸を使うことにしました。

研究① 重曹とクエン酸の量を変えて発生する二酸化炭素の量を調べ、1番多くガスが発生する組み合わせを見つけます。

研究② 重曹とクエン酸から発生する二酸化炭素で実際にペットボトルロケットは飛ぶのか、また、反応させる重曹とクエン酸の量を変えるとペットボトルロケットの飛ぶ距離が変わるのかを調べました。

2. 予想

研究①

重曹よりクエン酸をたくさん加えると二酸化炭素がたくさん発生すると予想しました。発生するガスの量が増えたらチャック付ポリ袋が破れるかもしれません。

研究②

反応させる重曹とクエン酸の量を増やすと、発生する二酸化炭素の量が増えてペットボトルの中の圧力が高くなり飛ぶ距離が長くなると思いました。量を増やしていったら100m以上飛ばせると思います。

3. 研究の方法

研究①

重曹に加えるクエン酸の量を増やして、発生する二酸化炭素を量りました。まずはクエン酸5gを水50mLに溶かしてクエン酸水溶液を作りました。重曹10gが入ったチャック付ポリ袋にクエン酸水溶液を入れてすぐに封をして、二酸化炭素を閉じ込めました。反応が終わったらお風呂の水にチャック付ポリ袋を沈めて、500mLの計量カップを使って水上置換法で二酸化炭素を量りました。クエン酸の量を増やしていき、発生する二酸化炭素の量の変化を観察しました。

研究②

研究①で見つけた過不足なく反応する比率で重曹とクエン酸の量を増やしてペットボトルロケットが飛ぶ距離を調べました。
重曹、クエン酸を10gずつ入れたペットボトルに水200mLを入れ、すぐにノズルキャップを閉めて、できるだけ二酸化炭素を逃がさないようにしました。
ペットボトルロケットは離れたところから操作できる発射台に取り付けて、約45°の角度で発射しました。発射する前には、周囲の安全を確認して実験を行いました。



写真1 3年生の時のペットボトルロケット発射実験の様子



写真2 実験に使った重曹(左)とクエン酸(右)



写真3
10gの重曹

写真4
反応させる袋(反応前)



写真5
発射直前の発射場の様子

4. 研究の結果

研究①

重曹にクエン酸水を加えたらチャック付きポリ袋の中で泡が勢いよく発生し、袋が膨らみました。重曹10gに加えるクエン酸の量を変えた時の発生した二酸化炭素の量の関係は表①とグラフ①のようになりました。

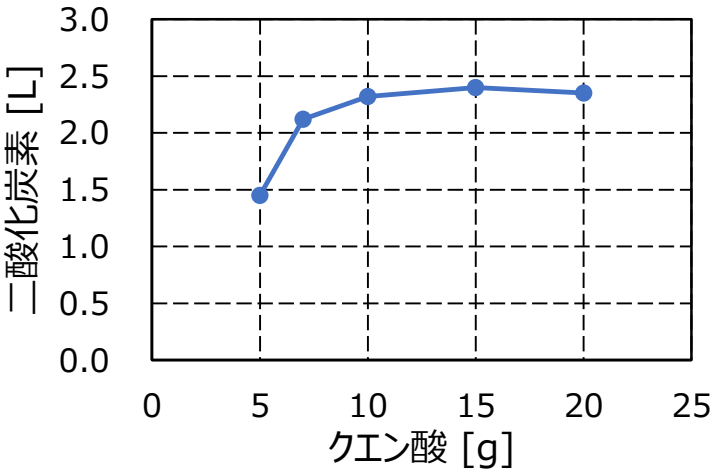
クエン酸5g～10gにかけては二酸化炭素の発生する量が増え、クエン酸10g以上では二酸化炭素の発生する量はほとんど変わらず、約2.4Lの二酸化炭素が発生しました。



写真5
重曹10gとクエン酸5gの反応後の様子

表① クエン酸と二酸化炭素の発生量の関係

実験番号	①	②	③	④	⑤
クエン酸 [g]	5	7	10	15	20
二酸化炭素 [L]	1.45	2.12	2.32	2.40	2.35

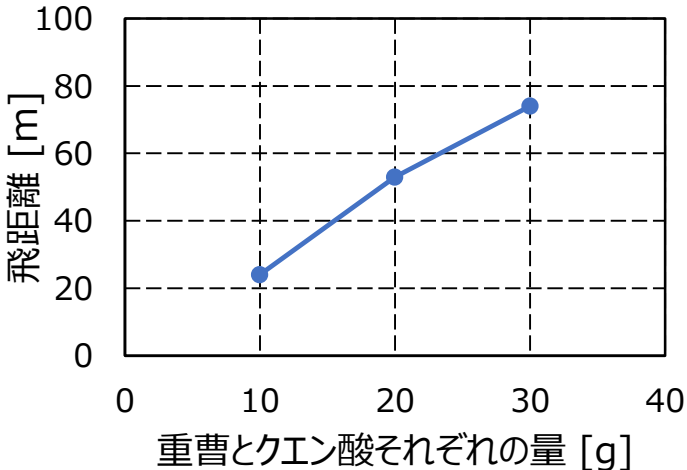


グラフ① クエン酸と二酸化炭素の発生量の関係

研究②

重曹とクエン酸を入れたペットボトルに水200mLを入れるとペットボトルの中で泡が発生した。泡の発生が止まってからロケットを発射したら、勢いよく飛びました。

重曹とクエン酸の量を変化させた時の飛んだ距離は表②とグラフ②のようになりました。水200mLに重曹とクエン酸を30gずつ入れたとき74mも飛んだので、これ以上の実験は危険なので中止しました。



グラフ② 重曹・クエン酸の量と飛距離の関係

表② 重曹・クエン酸の量と飛距離の関係

実験番号	①	②	③
重曹 [g]	10	20	30
クエン酸 [g]	10	20	30
飛距離 [m]	24.3	53.0	74.5

5. わかったこと

10gの重曹と過不足なく反応するクエン酸の量は約10gで、約2.4Lの二酸化炭素が発生することが分かりました。過不足なく反応する重曹とクエン酸の割合は 1 : 1 で、研究②ではこの割合を使いました。

200mLの水を入れたペットボトルロケットに重曹とクエン酸を 1 : 1 の割合で増やしていくと飛距離は伸びていきました。

重曹とクエン酸の量と飛距離の関係式

$y = 2.5 * x$

y: 飛距離 (m) 、 x: 重曹とクエン酸それぞれの量(g)

6. まとめ

重曹とクエン酸を反応させて発生した二酸化炭素を閉じ込めることによって、人の力を使わずにペットボトルロケットを飛ばすことができました。今回の実験では前回の記録を超えられなかったけれど、今回得られた関係式から重曹とクエン酸の量を40g以上入れると100m以上飛ばすことができると予想できます。

ペットボトルロケットを発射するときの音と水しぶきがすごく迫力があって楽しかったです。



写真6
重曹・クエン酸それぞれ30gの発射実験の様子

7. 参考文献

2024年 予習シリーズ 5年上 理科 四谷大塚出版
炭酸水を作ってみよう <https://kobe-wb.jp/kids/archive/tansan/>