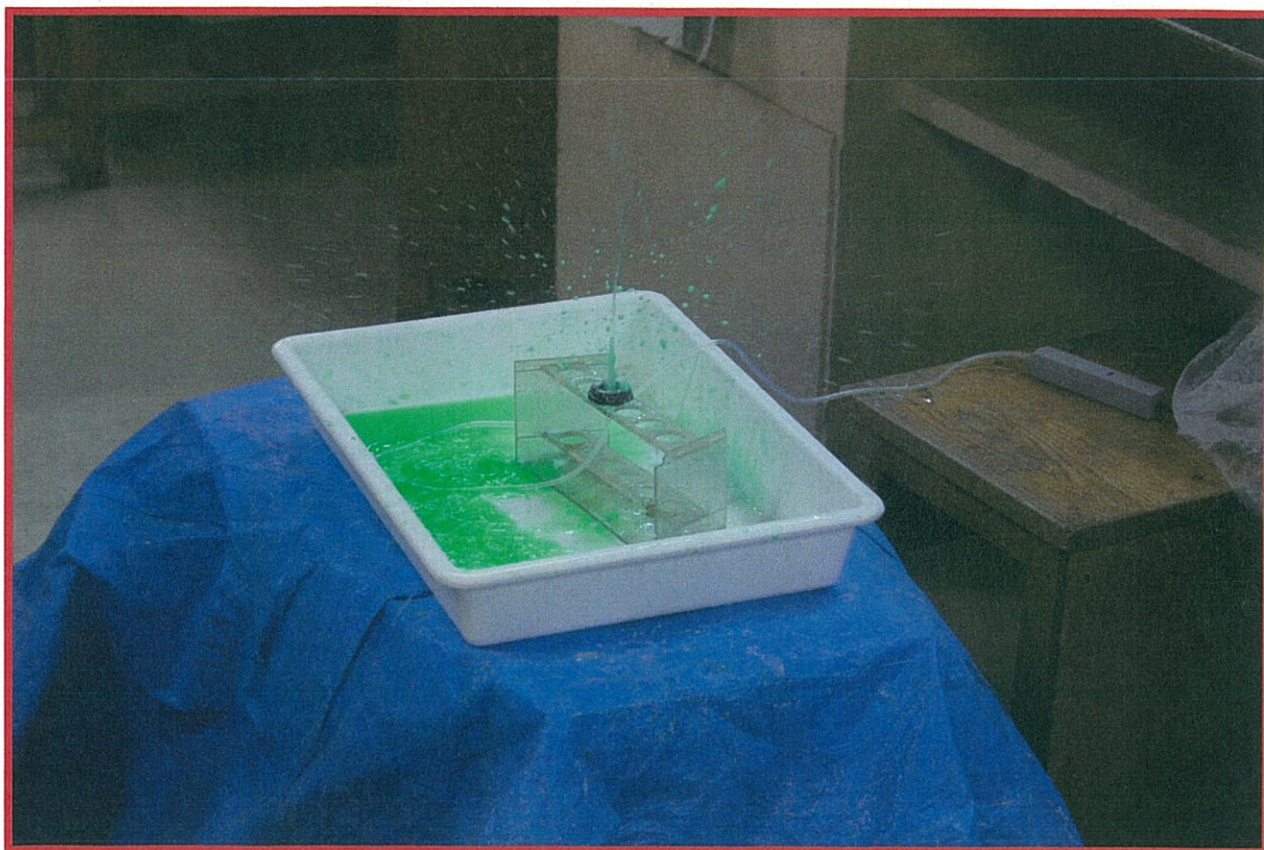


フィルムケースロケットが 飛ぶ秘密



刈谷市立刈谷東中学校

科学部 フィルムケースロケット班

辻田宗一郎 広野龍一 浅井啓志 野澤秋人

松ヶ谷玲弥

目 次

1	研究の動機	1
2	研究の前に	1
3	研究の目的	2
4	研究の内容	2
追究1	高く飛ばすためのバブと水の最適な量を調べる	2
追究2	バブと水の高く飛ばすための最適な温度を調べる	4
追究3	どれくらいの空気が入ると発射するのか	4
追究4	バブからどれくらいの量の気体が出るのか	4
追究5	どれくらいの二酸化炭素が入ると発射するのか	5
追究6	フィルムケースからだと、二酸化炭素はどれくらい発生するのか	5
追究7	発射する時の温度を測る	5
追究8	発射した時の二酸化炭素の量を測る	6
追究9	空間の大きさが関係あるのか	6
追究10	気圧測定器でフィルムケース内の気圧を測る	7
5	追究のまとめ	7
6	今後の課題	7

フィルムケースロケットが飛ぶ秘密

辻田宗一郎 広野龍一 浅井啓志
松ヶ谷玲弥 野澤秋人

1 研究の動機

インターネットでいろいろな実験のサイトを見ている時に、「フィルムケースロケット」というものを見つけました。おもしろそうだったので、さっそく科学部でやってみました。フィルムケースに入浴剤と水を入れてふたをすると、すぐにあわが出始めました。そして、大きな音とともにフィルムケースが飛び上がりました。室内でやったために、フィルムケースは勢いよく天井にぶつかりました。外でやってみると、フィルムケースは校舎の2階の高さまで飛んでいました。小さなフィルムケースがこんなに高いところまで飛ぶことがおもしろくて、何度も飛ばしてみました。そして、入浴剤の量や水の量を調節すれば、もっと高いところまで飛ばせるのではないかと思いました。

そこで、科学部の仲間と、フィルムケースロケットを高く飛ばす研究をすることにしました。

2 研究の前に

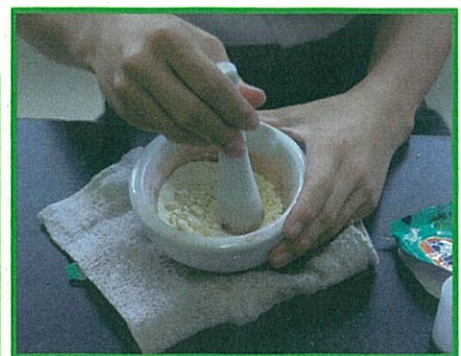
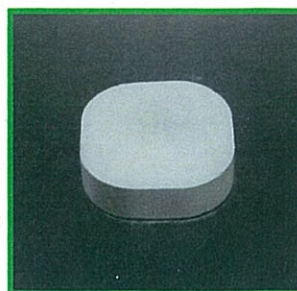
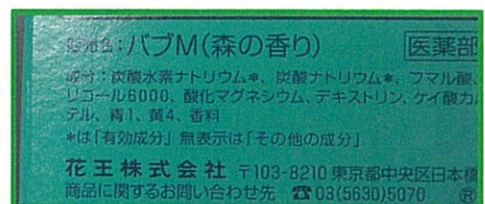
まず、あわが出る理由を知るために、入浴剤の箱についている成分を見てみました。そこには、「炭酸水素ナトリウム」「フマル酸」などの成分が書いてありました。次に、インターネットで入浴剤のサイトを見ると、炭酸水素ナトリウムが水に溶けた後で変化して、二酸化炭素が発生することがわかりました。

薬局では、たくさんの種類の入浴剤が売られていましたが、その中で泡が出るタイプのもの3種類を買ってきました。

3種類の中で、ロケットを高く飛ばすのに最も適したものを選ぶため、3種類の入浴剤でロケットを飛ばし、高さを比べることにしました。

入浴剤は、どれも固体になっていました。水と反応しやすくするために、砕いて粉にして使うことにしました。

フィルムケースロケットの飛ばし方は、ふたを上にして置いてふた



を飛ばす方法とふたを下にして置いてケース本体を飛ばす方法があります。この研究では本体を飛ばす方法で行うことにしました。

外で飛ばすと風の影響を受けるし、高さを測定しにくいので、教室の中でおもりをつけたフィルムケースを飛ばすことにしました。

まず、ちょうどいいおもりの数を見つけるために、フィルムケースにアルミ板を1枚から順に増やしてつけていきました。すると、3枚の時、飛ぶ高さが2mくらいになったので、おもりを3枚つけて実験することにしました。また、入浴剤は1g、水10mlで実験しました。

高さの測定は、ビデオで飛ぶ様子と基準となるものを一緒に撮影し、再生した時にテレビ画面で、ロケットが飛んだ高さと同じ長さのものを一緒に写しておいてテレビ画面でその長さを測り、テレビ画面で測って飛んだ高さを換算して実際に飛んだ高さを出すと誤差が出る。



ふたを下にして本体を飛ばす



おもりをつけたフィルムケース

さらに、3種類の入浴剤から出る気体の量を5秒おきに測りました。

粉1gと水10mlで実験(cm)

	バブ	パウバブ	ゆめバブ
平均	29.88	26.82	26.02
実際の高さ	203.7273	182.8636	177.4091

1分間に出る気体の量(ml)

	バブ	パウバブ	ゆめバブ
平均	63.2	37.8	41.2

結果は、飛ぶ高さと同じ長さのものと「バブ」が最高でした。そこで、フィルムケースロケットには「バブ」が最も適していると考え、この研究では、「バブ」で実験を行うことにしました。

3 研究の目的

この研究では、次の2つの内容を調べることにしました。

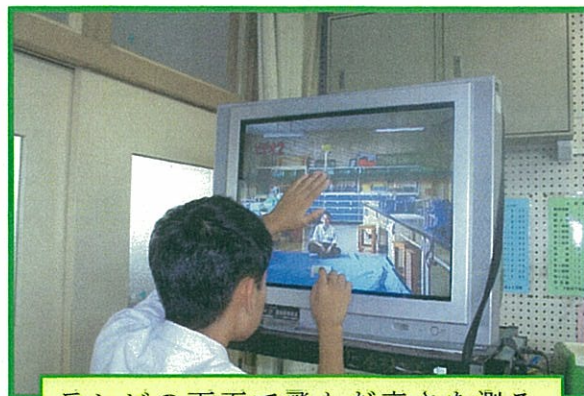
- ・高く飛ぶ条件を調べる。
- ・その条件で高く飛ぶ理由を調べる。

4 研究の内容

追究1 高く飛ばすためのバブと水の最適な量を調べる

高さを調べる方法は、ビデオ撮影だと、

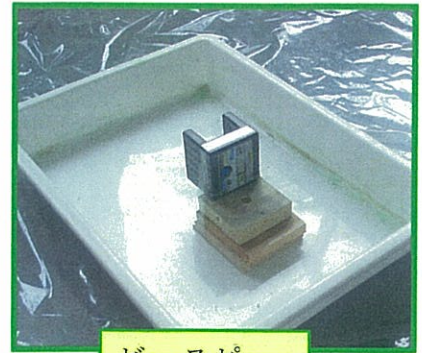
- ・おもりをつけるのでその分誤差が出る。
- ・長さの基準になるものを一緒に写しておいてテレビ画面でその長さを測り、テレビ画面で測って飛んだ高さを換算して実際に飛んだ高さを出すと誤差が出る。



テレビの画面で飛んだ高さを測る

という理由で正確に測ることは難しいため、別の方法を考えることにしました。

はじめに「ビースピー」という模型の車の速さを測る装置で、発射した時のロケットの速さを測ることにしました。速さが速い時は高く飛んでいるからです。しかし、測定結果は、ばらつきが大きくなってしまいました。フィルムケースロケットのスピードが速すぎて、「ビースピー」では正確に測ることはできないようです。



ビースピー

次に、理科の授業で使う記録タイマーで速さを測りました。しかし、ロケットが飛んでいく途中でテープが切れてしまいました。ロケットのスピードが速すぎて測ることができませんでした。



記録タイマー

次に、電子てんびんの上で発射させ、下向きの力の大きさを発射する時の力の強さを比べることにしました。発射する時の下向きの力が大きいほど高く飛ぶからです。ディスプレイの数字の変化が速いため、ビデオカメラでディスプレイを撮影し、スローで再生して記録を読み取りました。しかし、これも結果のばらつきが大きくなりました。スピードが速すぎて、正確に測ることができませんでした。



電子てんびんで測る

次に、発射したときの力で、どれだけ物を動かすことができるかを比べることにしました。

発射したときの上向きの力が大きいほど高く飛ぶからです。大きめのプラスチックの注射器を改造し、発射したロケットを注射器のピストンにぶつけ、ピストンが動いた長さで、発射時のパワーを比べることにしました。試しにやってみると、結果のばらつきが少なく、正確に比べることができそうでした。そこで、この方法でロケットが飛んだ高さを比べることにしました。



注射器で発射のパワーを測る

バブの量を1g、2g、3gの3種類用意し、水の量を5ml、10ml、15ml、20mlと変えて飛ぶ高さを比べました。

ピストンが動いた長さ(cm)

	1g5ml	1g10ml	1g15ml	1g20ml	2g5ml	2g10ml	2g15ml	2g20ml
平均	6.8	16.9	17.1	11.9	9.9	45.5	23.8	33.3

結果は、2 g 10mlの時が最も多くピストンが移動しました。次に2 g 15ml、次が2 g 20mlでした。バブを3 gにした時は、溶け残りが出たので測定は2 gまでにしました。

追究2 バブと水の高く飛ばすための最適な温度を調べる

水の温度を25℃から50℃まで変えて測ってみました。

**ピストンが動いた長さ(cm)
(2g10mlで測定)**

	25℃(水道水)	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃
平均	60.4	14.1	26.3	26.2	13.9	31.7

結果は、25℃(水道水)が他の温度に比べて大きな力が出ていました。水の温度を高くすると容器が柔らかくなり、ふたが取れやすくなります。そのため、中の気体がそれほどたまらなくても発射するのだと思います。

追究1・2の結果から、バブ2g、水10ml、温度25℃(水道水)が最も高く飛ばす条件と言えます。

追究3 どれくらいの空気が入ると発射するのか

フィルムケースに入れる水の量によって、残りの空間の体積は違ってきます。そこへ気体が、どれくらい入ると発射するのでしょうか。フィルムケースに注射器をつなぎ、空気がどれだけ入ったら発射するのかを調べました。水の量を、5ml、10ml、15ml、20mlとし、それぞれ何ml空気を入れたら発射するのかを調べました。



注射器で空気を入れて飛ばす

**発射するまでに入れた
空気の量 (ml)**

	水5ml	水10ml	水15ml	水20ml
平均	80.9	80.1	76.4	78.4

結果は、どれも80ml前後でした。バブから80mlくらいの二酸化炭素が出た時に発射することになります。

追究4 バブからどれくらいの量の気体が出るのか

試験管にバブと水を入れ、発生する二酸化炭素の量を調べました。

発生する二酸化炭素の量 (ml)

	1g10ml (1分)	1g20ml (1分)	2g10ml (40秒)	2g20ml (1分)
平均	63.2	51.2	51	77.8

追究3では、80ml前後の空気を入れると発射しましたが、この実験で発生した二酸化炭素が80mlたまるのは、

2 g 10mlが約40秒で、その他は1分以上かかりました。実際に飛ばした時は、2 g 10mlは10秒以内、その他は30秒以内に発射したので、追究3・4の結果と合いません。追究3では、注射器から普通の空気を送りましたが、実際にはロケットの中は二酸化炭素なので、結果が合わなかったのかも知れません。

追究5 どれくらいの二酸化炭素が入ると発射するのか

フィルムケースに注射器をつなぎ、二酸化炭素を入れて、どれだけ入ったら発射するのかを調べました。水の量を10mlにした場合と20mlにした場合とで行いました。

発射するまでに入れた
二酸化炭素の量 (ml)

	水10ml	水20ml
平均	88.2	80.8

結果は、空気の時と比べて、あまり変わりませんでした。気体の種類には関係ないようです。

追究4では試験管にバブを入れて二酸化炭素を発生させましたが、試験管とフィルムケースでは、二酸化炭素の出方が違って、フィルムケースの方が二酸化炭素が出やすいのかもしれない。

追究6 フィルムケースからだ、二酸化炭素はどれくらい発生するのか

追究4の実験を、試験管ではなくフィルムケースを使って二酸化炭素を発生させて行いました。

フィルムケースで発生させた
二酸化炭素の量 (ml)

	1 g 10 ml (1分)	1g20m (1分)	2g10ml (1分)	2g20ml (1分)
平均	41.4	35.4	104.2	60.8



結果は、2 g 10ml、2 g 20mlは試験管の時より二酸化炭素が多く出ました。2 g 10mlの時が最も多く二酸化炭素が出ました。バブが2 gの場合ですが、フィルムケースの方が気体が出やすく、気圧が上がりやすいようです。また、バブ2 gの時、水が10mlの場合が二酸化炭素が最も多く出ることがわかりました。

追究7 発射する時の温度を測る

二酸化炭素が発生している時に、フィルムケース内の温度に変化があるかもしれません。デジタル温度計を使って、調べてみました。

1 g 10mlと1 g 20mlでやってみましたが、結果



は、どちらもあまり変わりませんでした。

はじめの温度と発射時の温度の差 (°C)

	1g10ml	1g20ml
平均	+0.25	-0.4

追究8 発射した時の二酸化炭素の量を測る

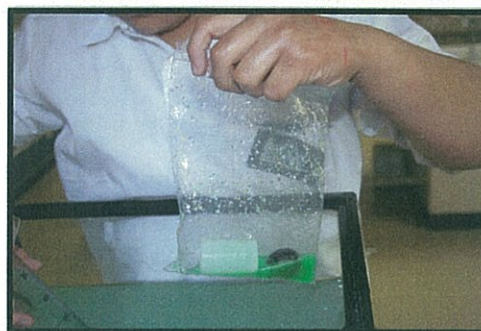
フィルムケースの中は、二酸化炭素が発生するにつれて気圧が高くなっていきます。気圧が高くなった中で二酸化炭素が発生する量は、通常の大気圧の中とは違うかもしれません。そこで、空気を追い出したビニル袋の中で発射させ、気体の量を測りました。

ビニル袋の中の空気を完全に追い出すことはできないため、あらかじめすきまの体積を測っておいて、測定値から引き算しました。



発射した時のCO2の体積 (ml)

	1g10ml	1g20m	2g10ml	2g20ml
平均	88.8	87.3	159.5	165.4



結果を見ると、バブの量が1gより2gの方が多くの二酸化炭素が発生していました。また、発生した量は、追究5・6の結果よりも大きくなっていました。気圧が高くなると二酸化炭素が発生しやすいようです。



追究9 空間の大きさが関係あるのか

フィルムケースを2個つなぎ、バブの量を2gとし、水の量を10ml、20ml、30mlと変えて、追究1の方法で発射する時の力を測りました。

2個つないだフィルムケースで動いたピストンの長さ(cm)

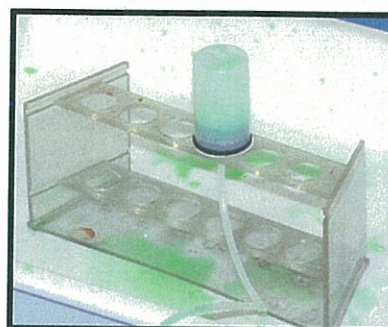
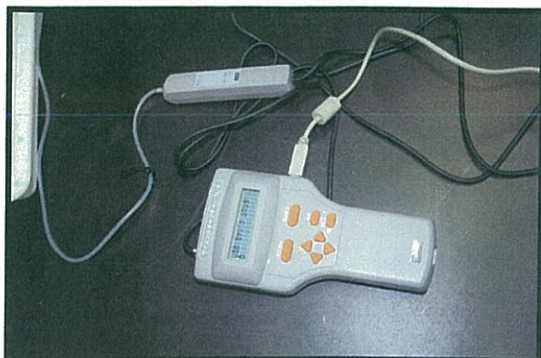
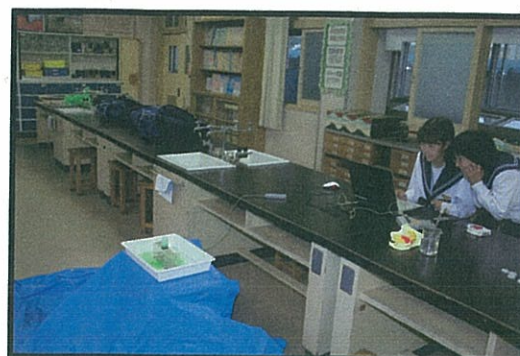
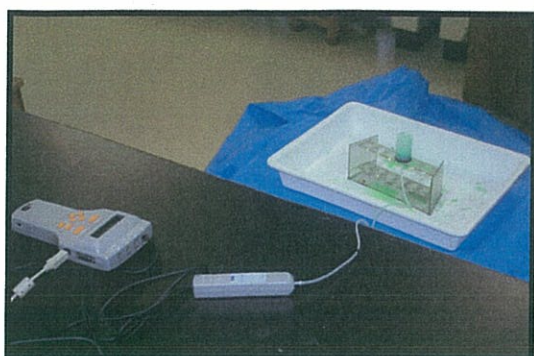
	2g10ml	2g10ml	2g30ml
平均	26.1	26.1	31.75

結果は、30ml、20ml、10mlの順になりました。バブが2gの時は、フィルムケース内の空間が10mlの時が最もよく飛ぶことがわかりました。



追究10 気圧測定器でフィルムケース内の気圧を測る

気圧測定器をパソコンにつないで、発射する時のフィルムケース内の気圧を測りました。



発射する時のフィルムケース内の気圧 (kPa)

kPa	1g10ml	1g20ml	2g10ml	2g20ml	3g10ml	3g20ml
平均	120.85	109.8	153.69	139.13	143.62	150.21

結果は、2 g 10mlが最も高く、2 g 20ml、1 g 10ml、1 g 20mlの順になりました。追究1と同様の結果になりました。発射のパワーが大きい2 g 10mlは、気圧が高くなっていました。やはり、気圧が高いと高く飛ぶと言えます。

5 追究のまとめ

この研究で、次のことが分かりました。

- ①フィルムケースロケットは、バブ2 g、水10mlの場合が最も高く飛ぶ。水は、25℃（常温）が良い。
- ②気圧が高くなった中では、通常の大気圧の中よりも二酸化炭素の発生量が多い。フィルムケースの中では、バブが2 g、水10mlの場合が最も二酸化炭素が多く発生する。
- ③水を入れた残りの空間の容積が大きい方が、飛ぶ時の力が大きい。バブ2 gの場合は、フィルムケース内の空間の容積が、20mlの時が最も高く飛ぶ。
- ④発射する時のフィルムケース内の気圧が高いほど、高く飛ぶ。

6 今後の課題

この研究では、フィルムケースをふたを下にして置いて、本体を飛ばすようにしました。この場合、気圧が高くなった気体は、まず水を押します。そして、水が地面を押します。この時、水が押し返す力と地面が押し返す力によってロケットは飛びます。水の量と地面からの反作用の力の関係について調べると、フィルムケースロケットの発射のしくみがより明らかになるとと思います。