

メラの実現

兵庫県立神戸高等学校 2年9組

箕作 大地 工樂 瑛友 小杉 暖尚

研究動機・目的



泡に可燃性のガスを封入し、メラ (ゲーム「ドラゴンクエスト」における 図1 ゲームにおけるメラ 火球を飛ばす魔法・図1)を実現することを最終目的とする。目標とするのは、

- 直径 10 cm 程度の球体である
- 燃焼を続けながら 5 m 以上飛翔する
- 燃え尽きた後に何も残らない

ような泡である。これまでの研究で、液体の泡を用いると、適度な燃焼性と強度の両立が難しいと分かっているため、本研究では固体の泡を用いる。

研究の流れ

- (1) 泡の作成方法の確立
- (2) 泡の燃焼 (泡の燃焼の仕方の観察)
- (3) 泡の強度 (飛翔時の風圧に耐えられるか)
- (4) 燃焼と強度の両立 ((2), (3)の両立)

(1) 泡の作成方法の確立

泡の作成には、燃焼性が高く、熱可塑性が高い種類のプラスチック樹脂を使用する。気体の注入には、細かい泡をたくさん作るため、先を枝分かれさせたチューブ (図2) を使用した。現在以下の3通りの方法を検討している。

- ① プラスチックを熱で融かし、気体を注入 (図3)
- ② プラスチックを溶媒で溶かし、気体を注入 (図3)
- ③ プラスチックの重合中に気体を注入



図2 先が枝分かれしたチューブ



図3 プラスチックへ気体を注入する

それぞれについて、以下のような実験を行った。

【実験 I】

ポリスチレンペレットを金属製の容器にいれ、ガスバーナーで加熱し状態の変化を観察した。

〈結果〉

- 加熱によりポンド程度まで軟化した。
- 気体を注入したが、プラスチックが少量だったためチューブから表面までの直接の空気の通り道ができ、気泡ができなかった (図4)。



図4 気体の注入によってできた空気の通り道

〈考察〉

- 加熱が十分でなく、粘性が下がりがらなかったため、泡ができなかったと考えられる。
- プラスチックの量を増やせば気泡はできると考えられる。

【実験 II】

アセトンに数種類のプラスチック (PE, PS, PP) を浸け、変化を観察した。

〈結果〉一週間放置したが形状、硬度ともに変化が見られなかった。

〈考察〉アセトンと今回使用したプラスチックの組み合わせは溶解に適さず、十分に軟化させることができない。

【実験 III】

ヘキサンとアジピン酸ジクロリドの混合溶液、ヘキサメチレンジアミンと水酸化ナトリウム水溶液の混合溶液を容器に入れ、界面にできるナイロン66の膜を観察した。また、下層に気体を注入して泡ができるかも調べた。

〈結果〉小さい泡が一つの大きな泡にまとまり、消えた。

〈考察〉

- 重合の反応が気泡の生成に間に合っておらず、気泡が固まらない。
- 下層の溶液の粘性を上げるか、上層の溶液の濃度を上げると固体の泡ができやすくなるのではないかと。

(2) 泡の燃焼

泡の作成方法が確立できていないので、内部に入れる気体についてのみ、実験を行った。



図5 使用した風船玉

【実験 IV】

様々な割合でメタンと酸素を風船玉 (図5) に入れて燃焼させ、燃焼時間や燃焼の見た目を調べた。

〈結果〉 (動画を参照)

酸素とメタンの比	燃焼結果
酸素のみ	風船の膜自体が燃焼
酸素が極端に多い	爆発
酸素とメタンが同量程度	風船玉の内部から外部へ炎が広がるように燃焼
メタンが極端に多い	風船玉の内部は燃焼せず、外部で燃焼

〈考察〉

- メタンと酸素が同量程度であれば目標としている燃焼方に近づく。
- 燃え残りが発生したことから、泡には気体を保持する効果があり、小さな泡を連結させることで時間をかけて燃えるものが作れるのではないかと。

(3) 泡の強度

実験段階で泡を飛翔させるのは危険なので、泡に風を当てることで、風圧に耐えられるかの検証をしようと考えている。実際の飛翔時にかかる圧力をシミュレーションによって求められるようにした。泡の質量・直径が定まり次第、シミュレーションを行う。

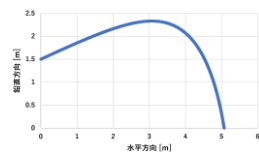


図6 質量4.0 g、直径10 cmの球体を高さ1.5 mから30 m/s、上向き20°で発射させた軌道。最大圧力は64 (N/m²)。飛翔時間は約1.2秒

展望

- (1)①について、粘性が十分に低くなるまで加熱し、放射温度計を利用して最適な温度を調べる。また、粘性が下がらない場合でも、プラスチックの量を増やせば、少なくとも気泡はできると考えられる。
- (1)②について、プラスチックと溶媒の組み合わせを変えたときにどれほど溶かせるかを調べる。溶媒として、ジクロロメタンの使用を考えている。
- (1)③について、下層の粘性を上げる方法を考える。増粘剤を加えることを考えている。