

ダイヤモンドダストの発生条件

山梨県立韮崎高等学校 環境科学部 2年 青山沙彩

概要 気象に興味があったため様々な現象を調べていたところ、寒い地域で稀に発生するダイヤモンドダストを人工的に発生させる実験があることを知った。しかし、その実験にはいくつかの不確定要素があったため、その実験方法でダイヤモンドダストを発生させることができるのか、またどのような条件下でダイヤモンドダストが発生するのかを調べるため実験を行った。

実験Ⅰ ダイヤモンドダストは発生するのか

仮説 先行実験を正確に再現すれば発生する。

実験装置

縦35cm、横45cm、高さ25cmの発泡スチロールの箱の中に内側に黒いビニールシートを貼った金盥を置いた。発泡スチロールの蓋には、金盥の開口部に合わせて脱着ができるようにくり抜きを施した。

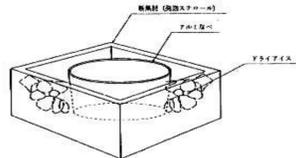


図1 実験装置

実験方法

金盥の外部周辺に数cm大に粉碎したドライアイスを充填し、蓋を閉めた後、暗室に導入する。装置内が十分に冷えたら、よく膨らませたゴム風船に金盥中心部で針を突き刺して、一気に破裂させる。その間、懐中電灯で金盥内を照らし続ける。

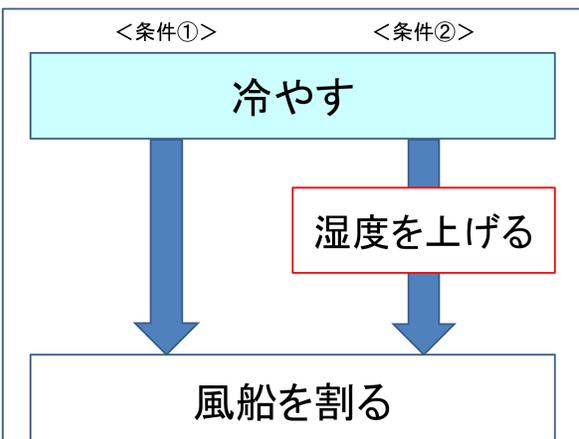
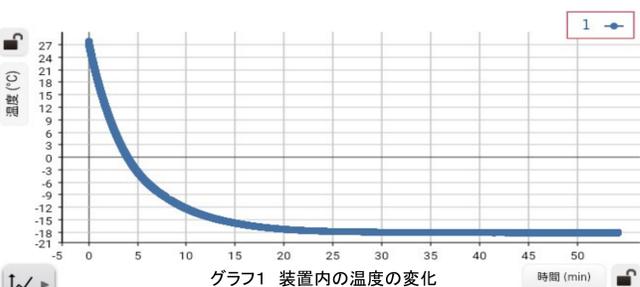


図2 ゴム風船の割り方

ゴム風船は2種類の条件で2つつ、計4つを割る。まず、十分に冷えた装置内で、ゴム風船を2回に分けて割る。次に、実験中に温度が上昇してしまった装置内に息を入れてから、再び装置内を冷やしなおし、ゴム風船を2回に分けて割る。そのままの状態の装置内で割るゴム風船の方を条件①とし、息を入れた装置内で割るゴム風船の方を条件②とする。

実験結果



グラフ1 装置内の温度の変化

1 → ドライアイスで装置内を冷やした結果 -20°C まで冷やすことができた。また、 -20°C からは温度にあまり変化が見られなかったため、 -20°C まで冷えた装置内で実験を行った。

条件①のゴム風船では、両方ともダイヤモンドダストの発生が見られなかった。条件②のゴム風船では、最初に割ったゴム風船のみ、ダイヤモンドダストを発生させることができた。



写真1 発生しなかったとき



写真2 発生したとき

考察 ダイヤモンドダストの発生は成功した。条件①でダイヤモンドダストが発生しなかった原因は、装置内の湿度が低かったからだと考えられる。また、条件②の2つ目のゴム風船でダイヤモンドダストが発生しなかった原因は、条件②の1つ目のゴム風船を割ったときに、装置内の過冷却水滴をダイヤモンドダストの発生に使い切ってしまったからだと考えられる。条件①と条件②の結果から同じ温度でも湿度の違いが発生の有無を左右することが確認できた。

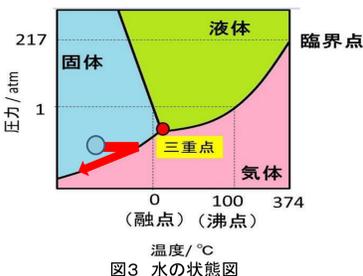


図3 水の状態図

この実験では、空間内の圧力をゴム風船の破裂によって急激に上げることで、水の状態を変化させ、ダイヤモンドダストを発生させている。(左図矢印) 今回の実験から、ダイヤモンドダストの発生に、湿度が大きく関わっていると推測されるため、水の状態図と湿度の関連性についても調べていきたい。

実験Ⅱ ダイヤモンドダストの発生条件

仮説 湿度が高ければ、 -10°C くらいでも発生する。

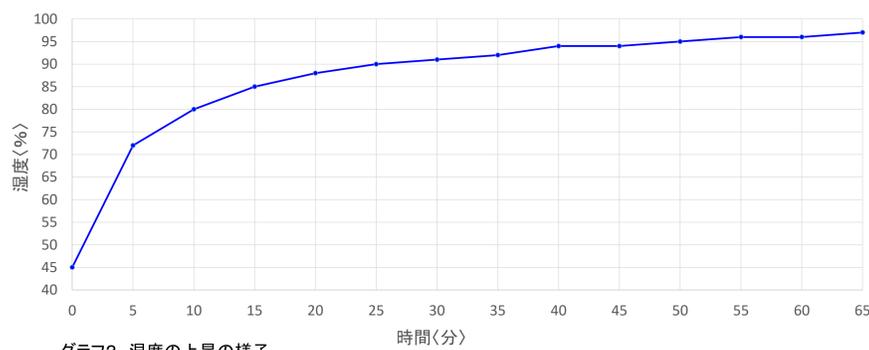
実験概要

- ① 実験Ⅰの実験装置と実験方法を用いて、装置内を飽和状態にして、ダイヤモンドダストが発生する最高気温を調べる。
- ② 装置内を乾燥状態、①で調べた最高気温になるようにして、気温はそのまま、湿度を少しずつ上げていき、ダイヤモンドダストが発生する最低湿度を調べる。

実験Ⅱ-①-1 飽和状態をつくる

実験方法 霧吹きを使って装置内の湿度を上げ蓋をし、何分で装置内が飽和状態になるかを調べた。

実験結果 5分ごとに湿度を計測した結果、下のグラフのようになった。



グラフ2 湿度の上昇の様子

97%を飽和状態とみなすと、装置内は65分で飽和状態になった。

実験Ⅱ-②-1 乾燥状態をつくる

実験方法 試験管の底に乾燥剤を入れ、入り口側に塩化コバルト六水和物を入れ、ゴム栓をする。その状態で長時間放置した時、塩化コバルト六水和物がどのくらい変化したかを調べる。



写真3 実験開始の様子

写真3の左側の試験管から順に
 ・塩化カルシウム 2g
 ・酸化カルシウム 2g
 ・ソーダ石灰 2g
 ・濃硫酸 2g
 塩化コバルト六水和物は、各試験管に0.3gずつ入れた。

実験結果 実験開始から6日経過したところで観察すると次の写真のような結果が得られた。



写真4 6日後の様子



写真5 塩化コバルト六水和物の変化

・塩化カルシウム 8割程度反応
 ・酸化カルシウム 半分程度反応
 ・ソーダ石灰 ほぼ反応なし
 ・濃硫酸 ほぼ全て反応

ほぼ全ての塩化コバルト六水和物が反応した、濃硫酸が最も脱水作用があるとわかった。

今後の課題

- ・ダイヤモンドダストの発生条件について、温度や湿度の明確な値を本格的に調べる。
- ・他の昇華する物質(ヨウ素、ナフタレン)でも、ダイヤモンドダストが発生するか調べる。

参考文献

- ・ダイヤモンドダスト
<http://www.center.spec.ed.jp/dejikon/ja/dezicon/detyu05/sifes/18KISYOU/diamond.htm>
- ・物質の相図(状態図)と物質の三態の関係
<http://kenkou888.com/denkikagaku/souzu.html>