

クリスタルで天気を予知！ ストームグラスを作ろう

田中 功、綿打 敏司、長尾 雅則、丸山 祐樹

(山梨大学大学院附属クリスタル科学研究センター)

1. はじめに

”結晶”と聞くとキラキラ光る宝石を思い浮かべる人も多いのではないのでしょうか。また、氷や雪のような透きとおったものをイメージする人もいるかもしれません。結晶とは、特定の物質を示す言葉ではなく、物質を構成する原子が規則正しく配列した状態を言います。したがって、ほとんどの物質に結晶は存在します。白く見える粉末も実は小さな結晶の集まりです。これを一つの



図1. ルチル(TiO₂)結晶

大きな結晶にしたとき、透きとおった“結晶”になります。図1に示したルチル (TiO₂) 結晶は、光通信分野では欠かせない重要な役割を担っており、さらに、その屈折率(2.87)がダイヤモンド(2.38)よりもかなり高いことから宝飾用にも利用されています。その他にみなさんの身近なところでは、水晶は水晶振動子として時計やパソコンなど、サファイア結晶はLED やスマートフォンなど、シリコン結晶は太陽電池やパソコンの CPU (マイクロプロセッサ) 等に使われています。結晶は、現代の生活を支える重要な役割を担っています。結晶合成はその意味で重要な技術の一つと言えます。当研究室では、多様な機能を持った結晶を合成する研究を行っています。これまで結晶化が難しかった物質の結晶化を目指した新技術開発は、環境・エネルギー問題を根底から解決する可能性を秘めているとも言えます。

本実験テーマでは、結晶の溶解・析出を理解するとともにそれを利用した「ストームグラス」を作製します。

2. 実験「ストームグラスの作製」

ストームグラス (Storm Glass : 天気管) は、19 世紀初期にヨーロッパで航海時における天気予報の道具に使われており、溶液中の結晶の状態によって嵐や強風の接近など天

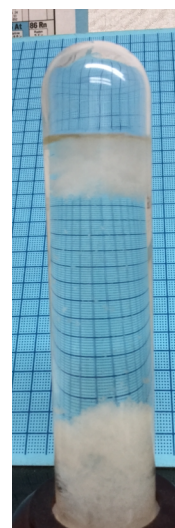


図2. 市販のストームグラス

気を予想するのに用いられていました。例えば、晴れの場合、結晶は底に沈んで液体が澄む、嵐の前には、結晶の一部が溶液の表面まで達して大きな葉のような形になるなど。しかし、ストームグラス内の様子に変化する原因は大気の温度や湿度、気圧などによって溶解度や結晶形状が変化するためと考えられていますが、未だ明らかではありません。

この実験の目的は、ストームグラスの作製を通して物質の溶解および結晶の溶解・析出を理解することであり、実験の達成目標は、以下のことを理解することです。

1. 溶解度は溶質の種類だけでなく溶媒の種類によって異なること
2. 結晶の析出の様子と天候（気温や湿度など）との関連性を探ること

2-1. 物質の溶解度

ストームグラスには、溶質として樟脳^{しょうのう}、硝酸カリウム、塩化アンモニウムの試薬を用い、溶媒にはエタノールと純水を用います。樟脳は、純水にほとんど溶解しませんが、エタノールにはよく溶解します。一方、硝酸カリウムと塩化アンモニウムは、純水には溶解しますが、エタノールにはほとんど溶解しません。したがって、樟脳のエタノール溶液に純水を加えると結晶が析出し、硝酸カリウムや塩化アンモニウムの水溶液にエタノールを加えるとそれらの結晶が析出します。また、硝酸カリウムの溶解度は、10℃くらいの低温では塩化アンモニウムより低いですが、30℃以上の高温では塩化アンモニウムより高いです。すなわち、硝酸カリウムの溶解度は、温度に敏感であることがわかります。ストームグラスでは、このように特徴的な3種類の溶質と2種類の溶媒の性質が複雑に温度や圧力などに刺激されて結晶の形状に影響を与えるものと思われます。

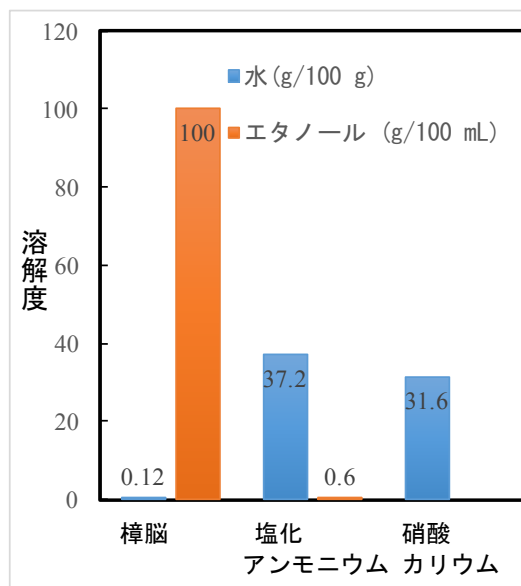


図3. 溶媒による溶解度の違い

2-2. 実験方法

(1) 実験器具：ガラス容器(140 mL)1 個，ビーカー(200 mL)1 個，メスシリンダー(100 mL)1 本，攪拌棒 1 本，薬包紙 1 包，薬さじ 3 本，天秤 1 台

(2) 試薬類：樟脳^{しょうのう}，硝酸カリウム，塩化アンモニウム，エタノール，純水

(3) 実験手順

- ① 硝酸カリウム(KNO_3)3.0g と塩化アンモニウム(NH_4Cl)3.0g をそれぞれ秤量する。
- ② 純水 40 mL をメスシリンダーで測り取って 200 mL ビーカーに入れ、硝酸カリウムと塩化アンモニウムを添加して、攪拌棒でかき混ぜながら完全に溶解させる（溶液 A）。
- ③ 樟脳 12.5g を秤量して、ガラス容器に入れる。
- ④ エタノール 50 mL をメスシリンダーで測り取り、ガラス容器に入れて、攪拌棒でかき混ぜながら樟脳を完全に溶解させる（溶液 B）。
- ⑤ 溶液 A を溶液 B に加える。（結晶が析出する）
- ⑥ 200 mL ビーカーに温水を入れ、その温水にガラス容器を浸けて温めながら、攪拌棒でかき混ぜながら完全に結晶を溶解させる。
- ⑦ ガラス容器を温水から取り出して、蓋で密閉する。

2-3. 結晶の観察

- ① ストームグラスを作製しても、すぐには結晶の析出は観察されないので、水道水や氷水に浸して結晶の析出を観察してください。
- ② 結晶の形状や量など結晶析出の様子は、季節によっては朝昼晩でも大きく変化する。また、天候によってどのように結晶の様子が変化するかを長期にわたって観察して、結晶の様子と天候との関連性を自ら見つけ出してください。
- ③ 温暖地で結晶の析出が少ない場合には純水を数滴添加し、逆に寒冷地で結晶の析出が多い場合にはエタノールを数滴添加することで結晶析出量を調節することができます。



図 4. 自作のストームグラスの例