

実験課題 P6. 台所の生ごみからカーボンドットを合成する

カーボンドットは球形ないしは球形に近い新しいタイプの量子ドットであり、その大きさは2-10 nm程度である。カーボンドットは毒性が低く、優れた生体適合性と水溶性をもつため、バイオマーカーやバイオイメージングの分野で広く応用されている。

カーボンドットは、一般に水熱法や電気化学合成などにより実験室において合成される。しかし、家庭において野菜や果物の皮などの台所から出る生ゴミからカーボンドットを合成することもできる。

この課題では、実験室において実験手順Iにしたがってスイカの皮からカーボンドットを合成し、合成したカーボンドットを実験手順IIにしたがって鉄(III)イオンの検出に応用する。もし、感染拡大の状況のため、設備の整った実験室で実験を完遂できなくても、実験手順IIIに従って自宅で炭素ドットを合成することもできる。

試薬

化学式	名称	状態	GHS 危険有害性情報
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Fe(III)標準溶液 (0.01000 mol L ⁻¹)	水溶液	H290, H303, H314, H318, H335
H_2O	蒸留水	液体	危険性なし

ガラス器具と装置

ナイフ 1本

精密天秤 (0.1 gの精度) 1台

ホウロウ皿(24 × 18 cm²) 1枚

オーブン 1台

乳鉢と乳棒 1組

ビーカー (100mL) 3個

超音波洗浄機 1台

ピペット (1 mL、5 mL、20 mL) 各1本

ガラス製ブフナーろうと 1 個
石英セル 2 個
紫外線ランプ 1 個
メスフラスコ (250 mL) 1 個
マグネチックスターラー 1 台
攪拌機と攪拌子 1 組
蛍光分光光度計 1 台
ジューサー 1 台
ベーキングトレイ 1 枚
家庭用オーブン 1 台
紙幣鑑識灯 (簡易型紫外線ランプ) 1 個

その他

スイカの皮
メンブレンフィルター (孔径0.22 μm)

実験手順

I. 実験室におけるカーボンドットの合成

1. スイカの皮を洗浄後、300 g を秤量し、1 cm ほどの大きさに切り、ホウロウ皿の上に広げる。
2. ホウロウ皿をオーブンの中に入れ、200°C で 2 時間焼くことで炭化したスイカの皮を得る。
3. よく冷ましてから炭化物 3 g を乳鉢で粉碎し、100 mL のビーカーに入れる。
4. ビーカーに蒸留水 30 mL を加える。超音波洗浄機を用いて炭化物を水中に分散させる (10 分間)。
5. ブフナーろうとに 孔径 0.22 μm のメンブレンフィルターを入れ、吸引ろ過によりろ液を回収する。

6. ろ液 1.00 mL を 250 mL のメスフラスコに取り、蒸留水で標線まで希釈して炭素ドット標準溶液を得る。これを **A** とする。

7. **A** の一定量を石英セルに取り、365 nm の紫外光下で蛍光を観察する。

II. カーボンドットによる Fe(III) の検出

8. **A** 2.50 mL を 2 個の 100 mL ビーカーそれぞれに取り、表 1 にしたがって鉄(III)標準溶液($0.01000 \text{ mol L}^{-1}$)と蒸留水をそれぞれ加え、10 分間攪拌する(600 rpm)。

9. 励起波長を 365 nm に設定し、2 つのビーカーの蛍光スペクトルを記録し、表 1 にデータを書き込む。

表 1 : 濃度が異なる Fe^{3+} 溶液の蛍光

加えた Fe(III)標準溶液 ($0.01000 \text{ mol L}^{-1}$ の体積 / mL	加えた蒸留水の体積 / mL	蛍光強度 / a.u.
0.00	20.00	
20.00	0.00	

III. 家庭におけるカーボンドットの合成

10. スイカの皮を洗浄後、細かく切り、ジューサーで絞る。

11. 搾りかす 30 g をベーキングトレイに敷き詰める。トレイを家庭用オーブンに入れ、 $220 \text{ }^{\circ}\text{C}$ で 1 時間焼成すると、炭化したスイカの皮が得られる。

12. 冷却後、麺棒やすり鉢で炭化物をすりつぶして微粉末にし、1000 mL のキッチンカップに入れる。

13. 約 300 mL の飲料水を加え、スプーンでかき混ぜ、20 分間放置する。

14. ガーゼ (100 メッシュ) でろ過し、ろ液を得る。

15. 約 5 mL のろ液をとり、約 120 mL の飲料水で薄める。暗所で紙幣鑑識灯を用

いて蛍光を観察する。

問題

1. この実験において、カーボンドットの素材となりうるものを全て選べ。
(a) グルコース (b) タンパク質 (c) セルロース (d) でんぷん
2. 「この課題において、放出された蛍光の波長は照射された光の波長より短い。」
この結論は正しいかどうか。次のうちから選べ。
(a) 正しい (b) 正しくない (c) 判断できない