

温度によるコロイドの性質の変化

大阪府立天王寺高等学校

はじめに

コロイドとは、ある物質が微粒子や液滴の状態になり、他の物質中に分散している状態である。雲や霧などもコロイドの一種である。熱湯に塩化鉄(III)を加えると水酸化鉄(III)のコロイド溶液ができることが知られている。そのコロイドの粒子の形状が熱湯の温度によって変化するのかを調べた。また、その粒子の形状の変化によって、凝析の様子に変化が生じるのかを調べた。

参考

凝固点降下度(Δt)と質量モル濃度(m)は比例関係があり、 $\Delta t = K_f m$ の式で表される。(K_f はモル凝固点降下。溶媒によって固有の値を持つ。水は $1.853 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ である。)ここから、凝固点降下度を調べることで、溶液に含まれる物質量を調べることができる。(式: $m = \Delta t / K_f$)

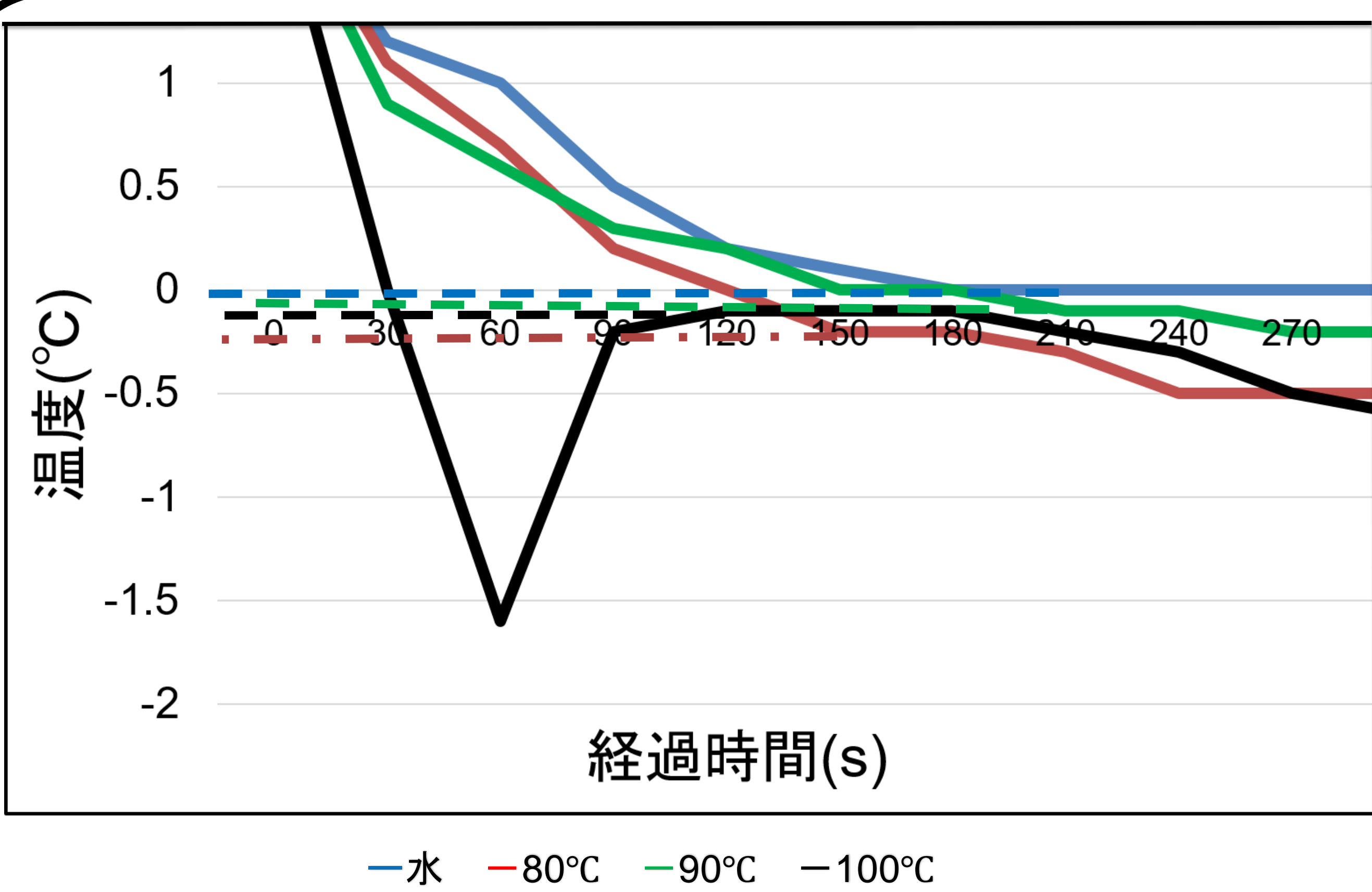
実験①

- 1.0 mol/Lの塩化鉄(III)水溶液1.0 mLを80°C、90°C、100°Cの熱湯に加える。
- できたコロイド溶液を透析する。
- それぞれの溶液の凝固点降下度を測定する。

結果&考察①

種類	凝固点降下度(K)	質量モル濃度(mol/kg)
80°C	0.5	0.269832704
90°C	0.2	0.107933081
100°C	0.1	0.000117233

水酸化鉄(III)のコロイド溶液を冷却したときの温度の変化は左のグラフのようになった。100°Cの—線の折れ曲がり(過冷却)は過冷却である。(液体が凝固点以下になっても凍らず液体のままの状態)
凝固点降下度(式:水の凝固点—溶液の凝固点)、質量モル濃度(式:凝固点降下度÷モル凝固点降下)は上の表のようになった。



結果①より、熱湯の温度が高いほど、凝固点降下度は小さくなった。それに伴って、質量モル濃度も小さくなっている。同じ質量パーセント濃度の溶液の質量モル濃度が異なるということは、水酸化鉄(III)のコロイドの物質量が熱湯の温度によって変化したということである。
→同じ質量でコロイド粒子の数が異なっている、すなわち、コロイド粒子の形状に変化が起きているということである。
→熱湯の温度を高くすることで、より大きな粒径のコロイドを作ることができる考えた。

実験②

- ビュレット1滴あたりの体積を求める。
- 1.0 mol/Lの硫酸ナトリウム水溶液を80°C、90°C、100°Cの透析済み水酸化鉄(III)コロイド溶液に1滴ずつ滴下し、何滴で凝析するかを計測し、必要になった硫酸ナトリウムの物質量を求める。
- コロイド溶液のそれぞれの反応の様子も観察する。

結果&考察②

硫酸ナトリウム水溶液1.0 mol/Lでは濃度が高すぎて凝析が1滴で起こってしまったので、10倍に希釈して0.10 mol/Lにして凝析を行った。

種類	80°C	90°C	100°C
滴数	2滴	2滴	2滴

- 凝析するのに必要だった硫酸ナトリウム水溶液の滴数は、上の表のようになった。
→1.水酸化鉄(III)コロイドを凝析させるのに必要な硫酸イオンの個数は、コロイドの粒径に関係ない。つまり、硫酸イオンと反応する閾値はコロイドの種類によって一定であると考えられる。
2.コロイドの粒径によって、硫酸イオンと反応する閾値は異なるが、それが細かすぎるため、0.10 mol/Lの硫酸ナトリウム水溶液では、1滴で3種類とも閾値を超えてしまったと考えられる。
- 数分放置すると、80°Cははっきりと沈殿し、90°Cと100°Cは一部が沈殿していた。やや90°Cの方が多めに沈殿しているように見える。(右の写真)
→コロイドの粒径が小さいほど、凝析したときに沈殿しやすい。
80°Cのコロイド溶液から凝析したので、単にその順に沈殿した可能性もある。



結論

塩化鉄(III)を加えた熱湯の温度が高いほど、コロイドの粒径が大きくなることが分かった。また、今回の実験では凝析に必要な電解質水溶液の量に変化が見られなかったが、沈殿のしやすさに違いがあると考えられる。

今後の展望

- 浸透圧の実験を用いて、温度によって粒径が変化することをより明確にする。
- 溶液の温度の違いをより細かくして、凝固点降下度との間に関数的な関係があるかより精密に調べる。
- 硫酸ナトリウム水溶液のモル濃度をより薄くして、凝析が始まる閾値に非常に細かな差がないかを調べる。
- コロイドや電解質水溶液の種類を変えて、凝固点降下や凝析の反応の仕方に変化が生じるかを調べる。