# 高校化学 L01 第 85 講 コロイド粒子の帯電・電気泳動と凝析

**対象：高 2 相当**

**この講でできるようになること**

- コロイド粒子が帯電する理由を説明できる。
- 電場中で帯電コロイド粒子がどちらの電極へ移動するか判断できる。
- 電解質添加による凝析を、粒子間の反発の変化から説明できる。
- 凝析と塩析の違いを、コロイドの安定化要因から説明できる。

## 1. コロイド粒子の帯電

### コロイド粒子が安定に分散する理由

コロイド粒子の表面には、イオンの吸着などによって電荷をもつものがある。同じ符号に帯電した粒子どうしでは電気的な反発が働き、粒子が集まりにくくなることがある。

ただし、すべてのコロイド粒子が必ず同じ符号に帯電するわけではない。また、親水コロイドでは水和による安定化も重要であり、電荷だけですべての安定性を説明することはできない。

**帯電の考え方**

本講では、水を分散媒とする代表的なコロイドについて、粒子表面へのイオン吸着などによって粒子が帯電した場合を考える。

粒子の符号は物質や条件によって変化し得るため、問題で与えられた電荷や移動方向から判断する。

## 2. 電気泳動

**電気泳動**

電場中で帯電したコロイド粒子が移動する現象を**電気泳動**という。

正に帯電した粒子は負極側へ、負に帯電した粒子は正極側へ移動する。ここでは液体全体の流れや電極での反応は無視した理想化した観察条件で考える。

### ブラウン運動との違い

電気泳動では、電場によって粒子に向きのある移動が加わる。一方、ブラウン運動は分散媒分子の熱運動による衝突の偏りで生じる不規則な運動である。

電気泳動が起こっていても、粒子の熱運動による不規則な動きがなくなるわけではない。

©ミライコーチング

# 3. 凝析

**凝析**

疎水コロイドに適切な電解質を加えると、粒子間の反発による分散の安定化が弱まり、粒子が集合して沈殿することがある。この現象を**凝析**という。

粒子が分子まで分解したり消滅したりするのではなく、コロイド粒子として集合しやすくなる現象である。

## 電解質の種類と凝析

負に帯電した疎水コロイドでは、反対符号である陽イオンが凝析に関わる。正に帯電した粒子では、陰イオンが関わる。

また、一般に価数の大きい反対符号イオンほど少量で凝析させやすい傾向がある。ただし、実際の効果は条件に依存し、特定の量や比率を一律に決めるものではない。

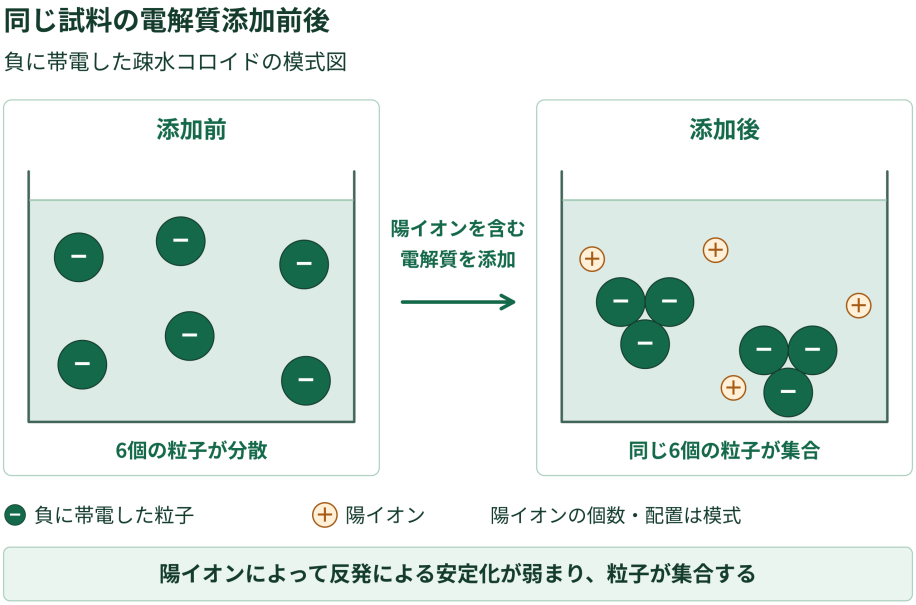


**図 1**　電解質添加による疎水コロイド粒子の集合を表す模式図。

**凝析と塩析の違い**

凝析は主に疎水コロイドに少量の電解質を加え、電気的反発による安定化が弱まって粒子が集合する現象である。

一方、塩析は親水コロイドに多量の電解質を加え、水和による安定化が失われて分離しやすくなる現象である。親水コロイドが電荷をもたないという意味ではない。

# 例題

**例題 1**

水中のコロイド粒子 P、Q について考える。

- P：正に帯電している。
- Q：負に帯電している。
- 左側の電極は正極（＋）、右側の電極は負極（−）である。
- 電場をかける前の状態から観察し、液体全体の流れや電極反応は無視する。

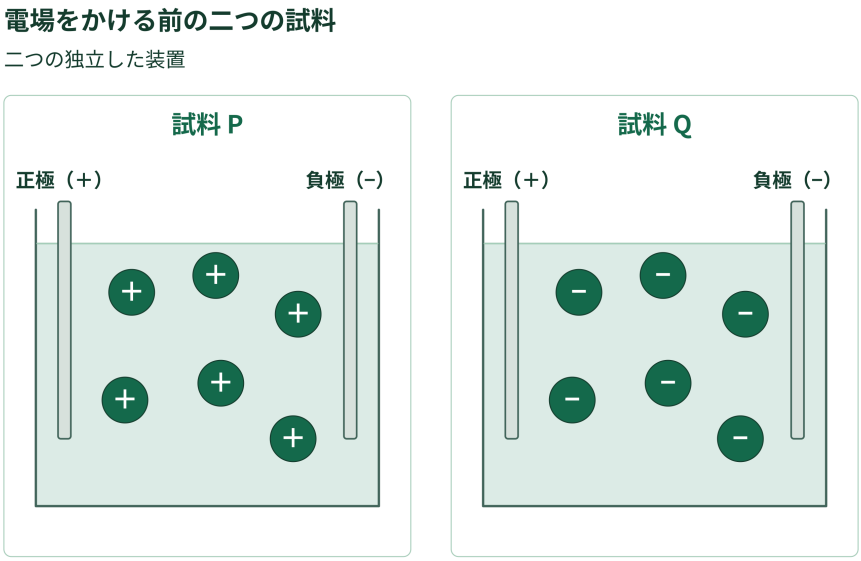


**図 2**　電場をかける前の二つのコロイド試料と電極配置。

1. P と Q はそれぞれどちらの電極側へ移動するか答え、その理由を説明せよ。
2.「どちらの試料でも液体全体が同じ方向へ流れるだけである」という説明が適切でない理由を述べよ。

## 解答・解説

**1.**
P は正に帯電しているため、**負極側**へ移動する。Q は負に帯電しているため、**正極側**へ移動する。

電気泳動では、帯電粒子は反対符号の電極側へ引かれる。したがって、粒子の電荷の符号から移動方向を判断する。

**2.**
電気泳動で移動しているのは帯電したコロイド粒子であり、液体全体が一方向へ流れているわけではない。 液体全体の流れと、電場による粒子の向きのある移動は区別する必要がある。

**例題 2**

負に帯電した同じ疎水コロイドを三つの条件で比較する。

- NaCl 水溶液
- $CaCl_2$水溶液
- $AlCl_3$水溶液

特異的な化学反応は考えず、凝析に必要な電解質の量を価数による一般傾向から比較する。

1. 凝析に主に関わるイオンを、それぞれ答えよ。
2. 少量で凝析させやすいと予想される塩を答え、その理由を説明せよ。

**解答・解説**

**1.**
負に帯電したコロイド粒子では、反対符号である陽イオンが凝析に関わる。 したがって、主に関わるイオンは NaCl では$Na^+$、$CaCl_2$では$Ca^{2+}$、$AlCl_3$では$Al^{3+}$である。

**2.**
一般には、**$AlCl_3$が少量で凝析させやすいと予想される**。 負に帯電した粒子では陽イオンが有効であり、価数の大きい陽イオンほど少量で反発を弱めやすい傾向があるためである。ただし、実際の効果は条件によって変化する。

**例題 3**

二つの試料 A、B について考える。

- A：疎水コロイド。少量の電解質を加えると粒子が集合して沈殿した。
- B：ゼラチンのような親水コロイド。多量の電解質を加えると分離した。

1. A と B で起こった現象名をそれぞれ答えよ。
2. A と B で安定化が失われる理由の違いを説明せよ。

**解答・解説**

**1.**
A で起こった現象は**凝析**、B で起こった現象は**塩析**である。 疎水コロイドへ少量の電解質を加える場合と、親水コロイドへ多量の電解質を加える場合で現象名を区別する。

**2.**
A では、電解質によって粒子間の反発による安定化が弱まり、粒子が集合する。

B では、多量の電解質によって水和による安定化が弱まり、親水コロイドが分離しやすくなる。どちらも粒子が消滅する現象ではない。

## 演習問題

**演習 1**

正極側へ電気泳動したコロイド粒子 R について考える。

1. R は正負どちらに帯電しているか答え、その理由を説明せよ。
2. 電極の極性だけを逆にした場合、R の移動方向はどうなるか説明せよ。

©ミライコーチング

**演習 2**

正に帯電した疎水コロイドへ、NaCl と$Na_2SO_4$を加えて凝析を比較する。特異的な化学反応は考えない。

1. 凝析に主に関わるイオンと、その符号を答えよ。
2. 一般傾向として、どちらが少量で有効になりやすいか答え、その理由を説明せよ。

**演習 3**

負に帯電した疎水コロイド粒子が水中に分散している。適切な電解質を加えたところ粒子が集合し沈殿した。

1. この現象名と、粒子の分散状態が変化した理由を説明せよ。
2.「粒子が分子まで溶けたため沈殿した」という説明の誤りを述べよ。

**演習 4**

親水コロイドであるゼラチンに多量の電解質を加えたところ分離した。

1. この現象名を答えよ。
2. 疎水コロイドへ少量の電解質を加えた場合との違いを、安定化の仕組みに触れて説明せよ。

**演習 5**

コロイド粒子について次の説明を考える。

1.「コロイド粒子は帯電しているので、電場がないと全く動かない」という説明が正しいか答え、ブラウン運動と電気泳動を区別して説明せよ。

# 演習問題の解答・解説

## 解答 1

### 1.

R は**負に帯電している**。 正極側へ移動したということは、反対符号の電極である正極へ引かれたということであり、粒子が負の電荷をもつことを示す。

### 2.

電極の極性を逆にすると、電場の向きが逆になるため、R の移動方向も逆になる。

ただし、R 自身の電荷の符号が変化したわけではない。

## 解答 2

### 1.

正に帯電したコロイド粒子では、反対符号である**陰イオン**が凝析に関わる。 NaCl では$Cl^-$、$Na_2SO_4$では$SO_4^{2-}$が主に関係する。

### 2.

一般には、**$Na_2SO_4$の方が少量で有効になりやすい傾向がある**。 正に帯電した粒子では陰イオンが有効であり、価数の大きい$SO_4^{2-}$の方が反発を弱める働きが大きい傾向があるためである。

## 解答 3

### 1.

現象名は**凝析**である。 電解質によってコロイド粒子間の反発による安定化が弱まり、粒子どうしが集合して沈殿しやすくなった。

### 2.

沈殿したのは粒子が分子まで分解したためではない。 もとのコロイド粒子が残ったまま集合し、大きな集まりとして沈降しやすくなったためである。

## 解答 4

### 1.

現象名は**塩析**である。

### 2.

疎水コロイドの凝析では、少量の電解質によって電気的反発による安定化が弱まる。

一方、親水コロイドの塩析では、多量の電解質によって水和による安定化が失われ、分離しやすくなる。安定化の仕組みが異なる。

## 解答 5

### 1.

誤りである。電場がない状態でも、コロイド粒子は分散媒分子の熱運動による衝突でブラウン運動をしている。

電気泳動は電場によって向きのある移動が加わる現象であり、ブラウン運動がなくなることを意味しない。帯電していることと、電場がなければ全く動かないことは別である。