

C – 3 検量線の作成と比重瓶を用いた比重の測定

1. 目標

- ・検量線を作成して未知の食塩濃度を求めることができるようになる。

2. 考察課題 1

- ・質量パーセント濃度^{*1}が 0%以上 6%以下の範囲内の食塩水がある。
上記の食塩水の濃度を求める方法を提案しなさい。

*1質量パーセント濃度：溶液中の溶質の質量が溶液全体の質量に占める割合を百分率で表したもの

例：5 g の食塩を 95 g の水に溶かした場合の質量パーセント濃度は 5%

3. 考察課題 2

- ・質量パーセント濃度^{*1}が 0%以上 6%以下の範囲内の食塩水がある。
濃度未知の食塩水とは別に質量パーセント濃度が 1%、2%、3%、4%、5%、6%の食塩水がある。
上記の 6 種類の濃度既知の食塩水を利用して、濃度未知の食塩水の濃度を求める方法はあるだろうか。
このとき、少量の試料を用いて、非破壊で測定できるか、簡便でスピーディーに測定できるかという視点を持とう。

4. 基礎知識 1

板書を下記の空欄に記入せよ。

5. 基礎知識 2

・検量線

「物質の量（濃度）と、機器分析などで得られる測定値の関係を表すグラフ」

・例：りん含有率とりんX線強度の関係

右図では、横軸がりん含有率、縦軸がりんX線強度を表している。りん含有率に対するりんX線強度の値を点で打ち、点のばらつきに合わせて、できるだけ多くの点に近い線分（検量線）が引かれている。

著作権者に掲載の許可を得ていないため非掲載

引用元：標準物質を用いた校正（日本産業規格）

・検量線の考え方

検量線が線分で表されるとき、その線分は1次関数（ $y = ax + b$ ）の式に当てはめることができる。

ここで、検量線を1次関数で表すことができれば、 y の値から x の値を求めることができる。これは、 y の値が決まると、 x の値がただ一つに定まる1次関数の性質を利用したものである。

・検量線の作成方法

下図では、横軸が食塩水質量パーセント濃度（%）、縦軸が密度（単位体積当たりの質量）（ g/cm^3 ）を表している。ここで、質量パーセント濃度と密度の関係を1次関数で表すことができるとしたとき、検量線を線分で表すことができる。検量線を引く際には、点のばらつきに合わせて、できるだけ多くの点に近い線分を書く。ここで、検量線を引くことができる範囲は、測定した値の範囲内とする。つまり、質量パーセント濃度が1%、2%、3%、4%、5%、6%の食塩水の密度を測定した場合は、1%以下及び6%以上の範囲には線分を伸ばすことができない。

表1 食塩水の質量パーセント濃度と密度の関係

質量パーセント濃度（%）	1	2	3	4	5	6
密度（ g/cm^3 ）	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00

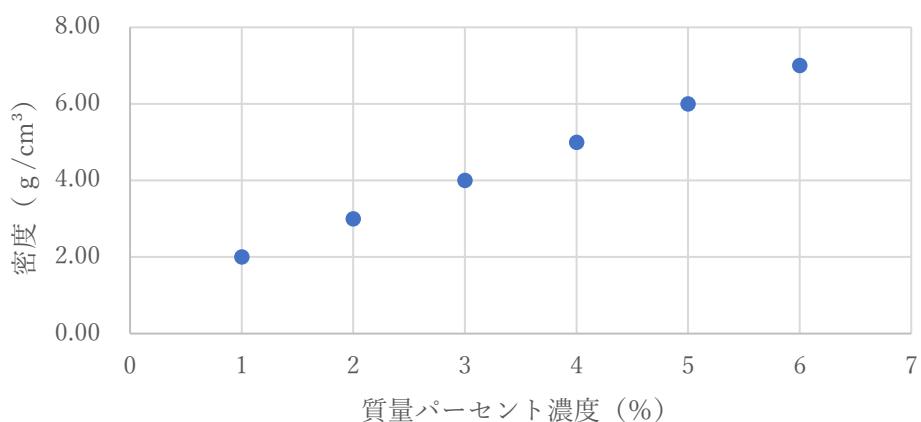


図1 食塩水の質量パーセント濃度と密度の関係

・検量線の使用方法

1. 検量線を1次関数で表すことができるとき、1次関数の式を求める。
2. 1次関数の式を手計算で求める場合は、検量線のy軸切片と、検量線が通る任意の1点の座標を読み取り式を求める。(任意の2点の座標を読み取り式を求める事もできる。)
3. Excelが使用できる場合は、グラフ処理により式を求めることができる。^{*2}
4. 1次関数の式を求めたうえで、yに濃度未知の試料の密度を代入すれば、質量パーセント濃度を求めることができる。

^{*2} : Teams のチャット「工学技術基礎 第2 ローテーション」から動画を閲覧し、Excelでのグラフ処理の流れを確認せよ。興味のある生徒は、「工学技術基礎_検量線の作成方法_練習用ファイル」からExcelで検量線を作成する方法を体験せよ。

6. 例題

- 図1で作成した検量線の式を求めた結果、 $y = x + 1$ であった。
ここで、xは質量パーセント濃度を表し、yは密度を表す。以下の問い合わせに答えよ。

- 濃度未知の食塩水の密度が 4.0 g/cm^3 のとき、質量パーセント濃度を求めよ。

A. _____

- 濃度未知の食塩水の密度が 6.0 g/cm^3 のとき、質量パーセント濃度を求めよ。

A. _____

- 濃度未知の食塩水の密度が 3.5 g/cm^3 のとき、質量パーセント濃度を求めよ。

A. _____

7. 発展例題1

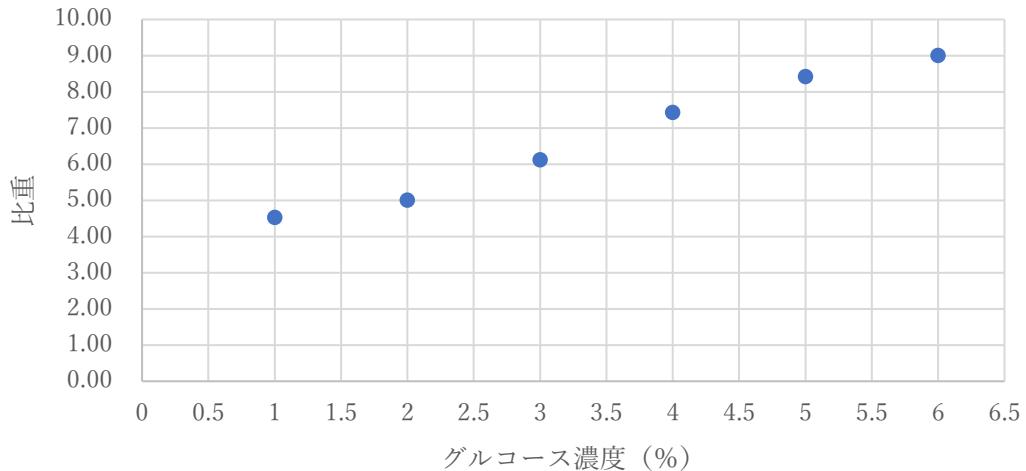


図2 グルコース水溶液の質量パーセント濃度と比重の関係

1. 検量線を1次関数で表すことができるとき、 $y = ax + b$ の形で表せ。

A. _____

2. 濃度未知のグルコース水溶液の比重が 7.2 のとき、質量パーセント濃度を求めよ。

A. _____

8. 基礎知識 3

- ・検量線を引く際には、測定値が少ないと 1 次関数に回帰するかは判断できないため、既に挙動が確かめられている条件で実験をする。今回の実習では、食塩水の濃度と比重が 1 次関数に回帰することが確かめられているため、線分で結ぶことができる。

- ・例：1 次関数に回帰しない場合

右図では、横軸が金属濃度、縦軸が吸光度を表している。ここで、条件 A においては、検量線が線分で表されていない。このように、検量線を線分で表すことができない場合が存在するため、事前に検量線がどのような形状になるか把握しておく必要がある。

著作権者に掲載の許可を得ていないため非掲載

引用元：原子吸光分析における検量線の直線性について

9. 考察課題 3

- ・質量パーセント濃度^{*1}が 0%以上 6%以下の範囲内の食塩水がある。

濃度未知の食塩水とは別に質量パーセント濃度が 1%、2%、3%、4%、5%、6%の食塩水がある。

上記の 6 種類の濃度既知の食塩水を利用して、検量線を作成し、濃度未知の食塩水の濃度を求める方法を述べなさい。

この際、「検量線」「質量パーセント濃度」「密度」「1 次関数」という言葉を必ず使いなさい。また、食塩水の密度は測定できるものとする。

回答は Teams のチャットに掲載する Forms に入力しなさい。

回答完了後、チャットから他の生徒の回答を閲覧し、自身の記載内容と比較して認識に差がないか確認しなさい。

10. 考察課題 4

- ・一度検量線を作成すれば、いつでも以前作成した検量線を使用して未知の濃度を求めることができるだろうか。実習を行なながらこの問い合わせの答えを考えよ。解説は授業の最後に行う。

⇒

1 1. 基本操作

(1). ガラス器具類の洗い方

- ① 器具類の準備
- ② クレンザー（洗剤）をブラシにつけ、器具の外側から内側の順番で洗う。
- ③ クレンザー（洗剤）はよく濯ぎ落す。器具の内側は手で触らない。
- ④ メスシリンドー等の計量器具の洗浄にクレンザーやブラシは使わない。

(2). 比重びんの使い方

- ① 実験終了まで素手で持たない。
- ② 空の比重びんの質量をはかり記録する。 W_0 とする。
- ③ 握り合わせ栓をとりピペットを用いてビン内に気泡が入らないように純水を満たし、栓の毛細管の上部まで水を満たすように栓をする。
- ④ 質量をはかり記録する。 W_W とする。
- ⑤ 純水を廃棄し、次に測定する試料溶液で比重びんを共洗いする。
- ⑥ ピペットを用いてビン内に気泡が入らないように試料溶液を満たし、栓の毛細管の上部まで試料溶液を満たすように栓をする。質量をはかり記録する。 W_I とする。

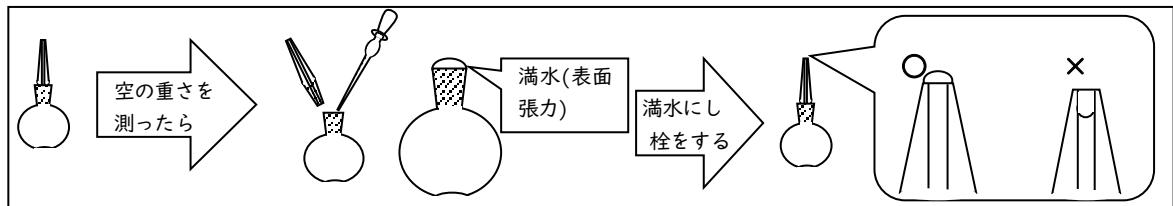


図3 比重びんの使い方

1 2. 実験方法

(ア) 塩化ナトリウム溶液の調製 (300 g)

- ① 塩化ナトリウム () g を、電子天秤で正確に量り記録する。
- ② 500 mL ビーカーに塩化ナトリウムを入れる。
- ③ メスシリンダーを用いて () mL の純水を測り取る。(水 1 mL = 1 g とする)
- ④ ②の塩化ナトリウムが入った 100 mL ビーカーに③で測った純水を入れ攪拌して溶解させる。

(イ) 比重の測定

- ① 空の比重びんの質量 W_0 を正確に量り記録する。
- ② 比重びんに純水を入れ、質量 W_1 を正確に量り記録する。
- ③ 比重びんを共洗^{*2}をする。
- ④ 比重びんに塩化ナトリウム水溶液を入れ、質量 W_2 を正確に量り記録する。
- ⑤ 測定結果から比重を求める記録する。(有効数字に注意する)
- ⑥ 他の班が調製した塩化ナトリウム水溶液を同様に測定し、記録する。(注: 試料を変えるときは必ず共洗い※1をする。)
- ⑦ 未知試料も同様に測定し、記録する。

(ウ) グラフ (検量線) を描き未知試料の濃度を求める。

- ① 縦軸、横軸を引き、目盛りをとる。
- ② 目盛りに対応する数値と、軸の単位を記入する。
- ③ 点をとる (プロットする)。測定点を○等で囲む。
- ④ 直線を引く。
- ⑤ グラフの上部に実験名、表題、日付、年組番、氏名を記入する。
- ⑥ 未知試料の比重から未知試料の濃度を求める。

*2共洗い: 純水を測定した比重ビンに、次の試料をすぐに入れると試料が薄まってしまう。続けて試料を測定する場合は、測定しようとする試料を入れ、数回(3回程度)洗う。これを共洗いという。

1 3. 参考資料

- ・ JISZ8461:2001 標準物質を用いた校正 (検量線が直線の場合)
- ・ 保田和雄, 「原子吸光分析における検量線の直線性について」