課題研究Ⅰ ： 物理×化学 「粘性を測り，析ける」

2026.11.20

１年　　組　　番 氏名

共同実験者:

1. 粘性とは何か －物理の視点から

■ 身近な流体(液体・気体)の中での動かしにくさ

水とはちみつをスプーンで同じ速さでかき混ぜようとすると，はちみつのほうが大きな力が必要になる。液体の中を動く物体は，まわりの液体から動きを阻害する力(剪断応力)を受ける。これは，液体の速さの違う部分同士がおたがいを引きとめあい，この性質を**粘性**という。この粘性の強さ(動かすのに必要な力の大きさ)を表す量を粘性率(粘度)とし，粘性率の大きい液体ほど動かすのに大きな力が必要になる。

■ 粘性率の決め方と単位

決め方:液体を 2 枚の板ではさみ，下の板は固定して上の板を一定の速さ v で動かす。

液体を"層構造"とみなすと，液体は板につき，"上の層"ほど速く，"下の層"ほどゆっくり動く。この状態を保つには粘性に逆らって板を引く力 F が必要になる。このひく力 F が何で決まるかを考えよう。

・面積 A [m²] ：板の面積が 2 倍なら，液体にふれる面も 2 倍になり引く力も 2 倍(F と A は……)。

・速さ v [m/s]:板を 2 倍の速さで動かすには，"層"どうしの速さのちがいも 2 倍になり，引っ張るのに必要な力も 2 倍(F と v は……)。

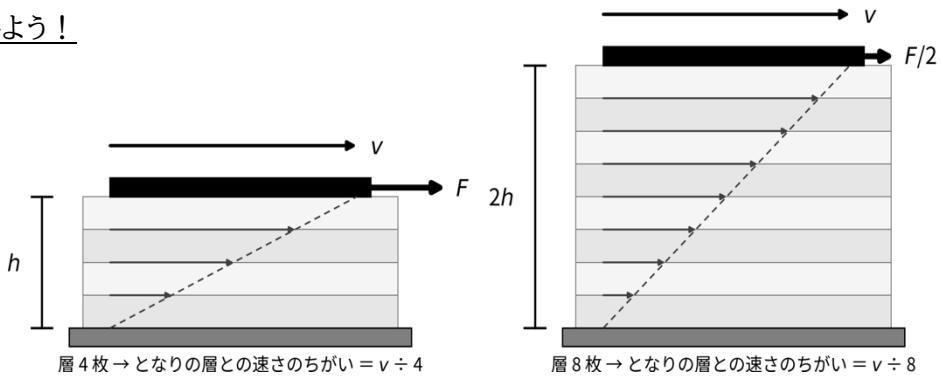
・液体が入っているすき間 h [m]:図のように同じ速さ v でもすき間が $2h$ になると，速さ v を 2 倍の"層"で分けることになる。"層"1 枚あたりの速さは半分でよく，引く力も半分(F と h は……)。

上記の比例定数をまとめたものを**粘性率**（**粘度**）という(通常ギリシア文字の η を利用)。

式に表して，粘性率の単位を確認しよう！

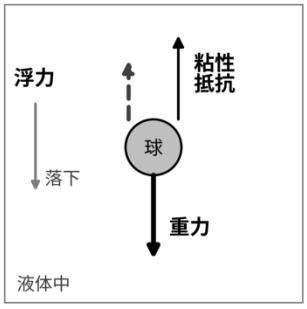
・引っ張る力:F

・粘性率:η とその単位



どちらも同じ液体（粘性率 η は同じ）で、板を動かす速さ v も同じ

■ 粘性率の測り方(一例)



原理

液体の中を球が落ちるとき，球には下向きの重力と，上向きの浮力と粘性率に比例する粘性抵抗がはたらく。粘性抵抗は落下する速さに比例する。落ちる速さが上がるほど粘性抵抗は大きくなり，やがて力がつりあい，球は一定の速さ v で落ちる。粘性率が大きい液体ほど抵抗が大きく，球はゆっくり落ちる。球が落ちる速さ v を測定することで，粘性率 η が求められる。

$$\eta \ [\mathrm{Pa\cdot s}] = 2r^2(\rho_{球} - \rho_{液})g \div (9v)$$

2. 粘性を測る

試験管中の濃度が異なるグリセリンの中に入っているステンレス球の速度を測定する。また，温度変化もさせてみる。

濃度 99.5・95・90 wt% の試験管それぞれ，温度 3 段階（目安は 10・20・40 ℃）で測定する。

■ 手順

① 10℃なら氷水に，40℃なら**試験管の蓋をゆるめて**恒温槽に 2～3 分つける（20℃は室温で OK）。

② ふたを開けて温度計を液に差しこみ，試験管の中の液体の温度をかきまぜた後測る。

③ 球が閉じた端にある状態から，試験管をゆっくり反転する。泡が球の横を通りすぎるのを待ち上の線を通ったときから最後の印までの時間をストップウォッチで測る。同じ測定を，時間が書ける欄の数（3～6 回）くり返す（測定中，あまり試験管本体に触れない）。

④ 測り終えたら②と同じように液体の温度を測り「おわりの温度」に書く。時間の平均を平均 t に書く（Excel で計算できる）。

■ 測定結果

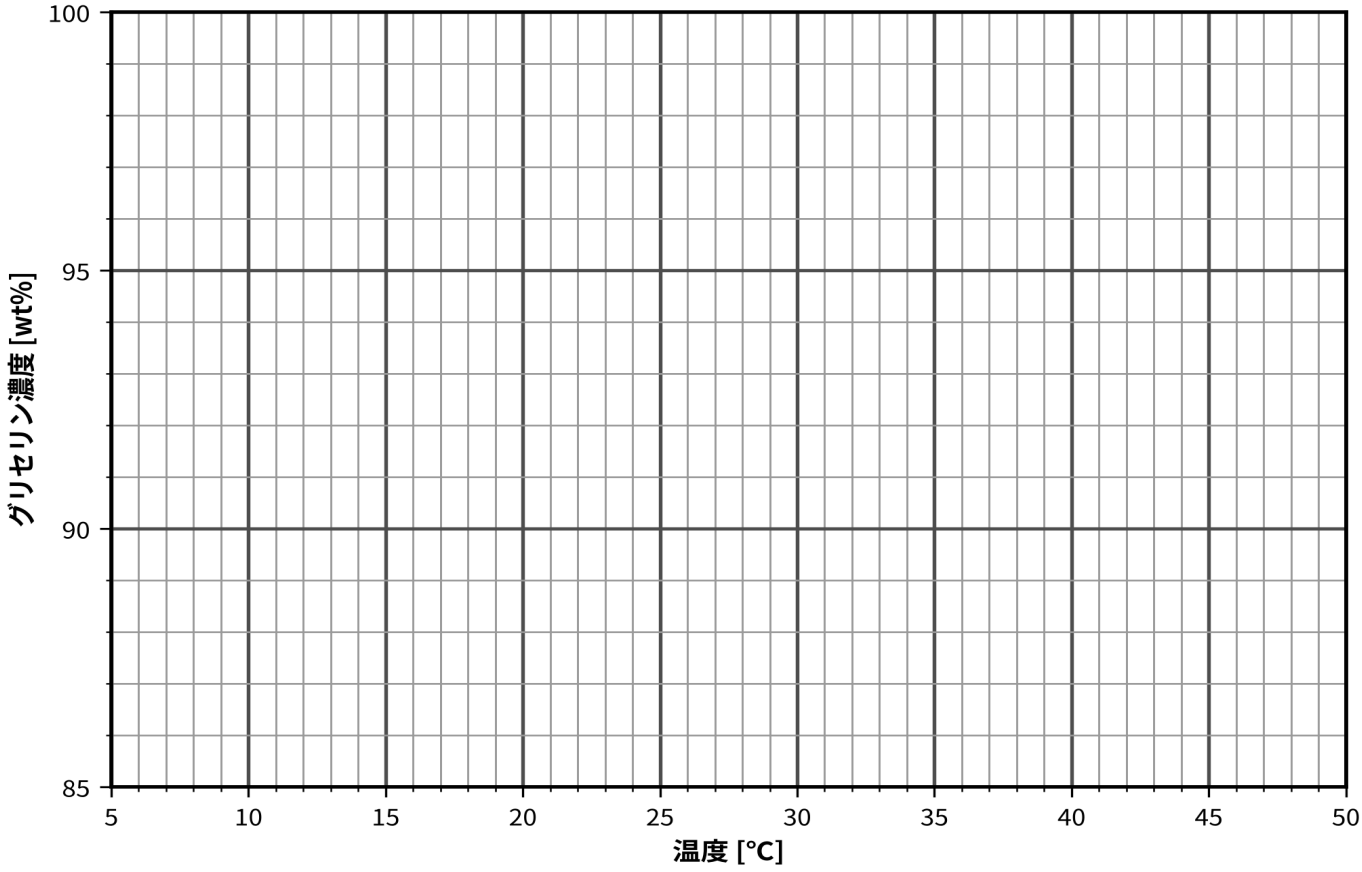
No	濃度 [wt%]	はじめの温度 [℃]	おわりの温度 [℃]	平均の温度 [℃]	時間 [s]（上段：1～3 回目、下段：4～6 回目）			平均 t [s]	粘性率 η [mPa·s]
1	99.5								
2	99.5								
3	99.5								
4	95								
5	95								
6	95								
7	90								
8	90								
9	90								

3. 粘性を分析する

■ 等値線・ヒートマップをつくる

① グラフの該当する座標（平均の温度，濃度）に●を打ち，そのとなりに η の値 [mPa·s] を書く。

② 等値線：同じ粘性率になる場所を、なめらかな線で結ぶ。線は 100・300・1000 mPa·s 間隔でまずは引いてみる（できたら他の値も考えてみても良い）。



■ 簡単な分析

1.等値線・ヒートマップをつくるメリットは？

2.等値線の間隔が狭い（広い）ところは？そして，そのあたりは何を意味している？

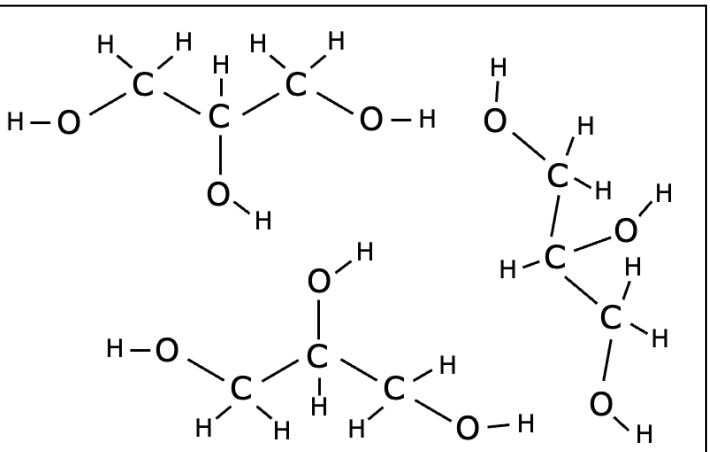
■ 感想

4. 粘性とは何か　－化学の視点から

■ グリセリンの粘性の正体

液体が流れるとき，液体を構成する分子は互いに位置を入れ替えながら動いていく。
このとき，分子同士が引き合う力が強いと，位置の入れ替えが起こりにくくなり，粘性が大きくなる。

グリセリン分子同士の引き合いを考えよう！



図は3つのグリセリン分子を模式的に表したものである。グリセリンの分子間に形成される水素結合を点線（……）で描き入れよう。

〈化学基礎の復習〉
水素結合とは，電気陰性度の特に大きい
【　　，　　，　　】原子間に
H 原子が仲立ちする形で生じる結合

■ 実験の考察　－粘性と温度・濃度の関係

実験の結果から・・・

① 温度が高いと，粘性は【　　】

温度が高い
→ 分子の熱運動が……
→ 水素結合が……
→ 分子同士の位置が……
→ 粘性が……

② 濃度が低いと，粘性は【　　】

グリセリンの濃度が低い
→ 水分子の数が……
→ グリセリン分子同士の繋がりが
……
→ 分子同士の位置が……
→ 粘性が……

■ 粘性の原因は水素結合だけ？？

水分子同士も水素結合を形成するが，20℃での水の粘度は約 1 mPa·s で，グリセリンに比べてはるかに小さい。つまり，物質の粘性が大きくなる条件は「水素結合を形成すること」だけではない。
水分子とグリセリン分子の違いを挙げて，物質の粘性が大きくなる条件を考えよう！

