

石鹸を作って、その性質を調べてみよう

実験の項目

- 1) 『火を使わないで石けんをつくる』
- 2) 石けんができたかどうかを実験で確認する。界面の現象を学ぶ。
 - ① 泡立ちとシャボン玉：石けん膜の観察
 - ② ヌレの実験：キャンパス布地での水滴の変化
 - ③ 界面発色エマルジョン：活性剤の有無による差異
 - ④ 石けんは表面張力を変える力がある：プラボート，タルクの広がり

内容と概説

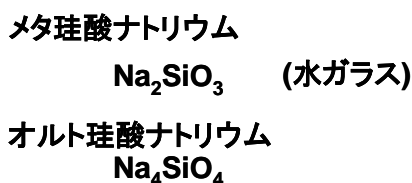
1) 火を使わないで石けんをつくる

準備： 内容積が約 500 ml のペットボトルを反応容器にする。

- ・ オルト珪酸ナトリウム Na_4SiO_4 25 g (MW=184, 0.136 mol NaOH: 0.272 mol 生成)
- ・ 植物油：コーン油か菜種油 100 ml (= 82 g) (MW=890, $0.092 \text{ mol} \times 3 = 0.276 \text{ mol}$)
- ・ 水 50 ml (イオン交換水またはミリポア清水)

操作： 水と油をペットボトルに入れ、次にオルト珪酸ナトリウムを加える。約 10 分間手でよく振り混ぜる。オルト珪酸ナトリウムの加水分解熱(約 40 °C) と油の微粒子化に依り、油と水の界面の面積は約数千倍に増大する。その結果、油脂が分解して、ケン化反応が容易におこり、石けんとグリセリンになる。

珪酸塩



オルト珪酸塩は加水分解で、水ガラス（メタ珪酸塩）になる。



加水分解による発熱は図 1 に示すようになる。(テルモビンと温度計で測定した値)

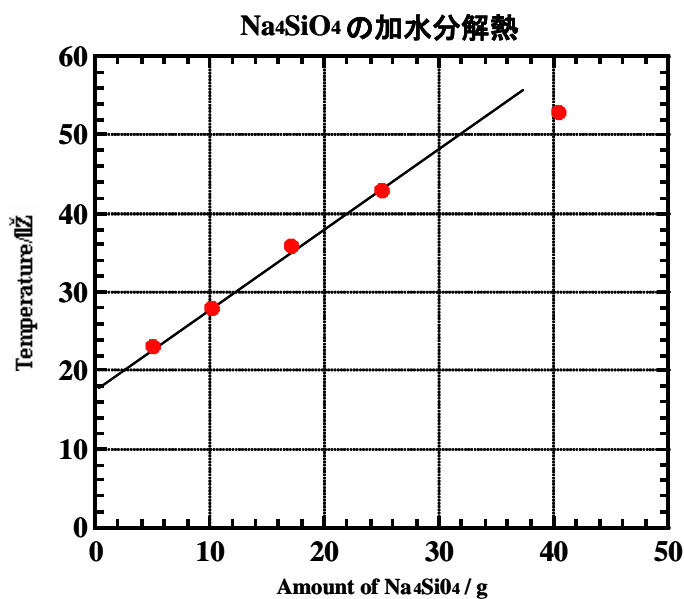
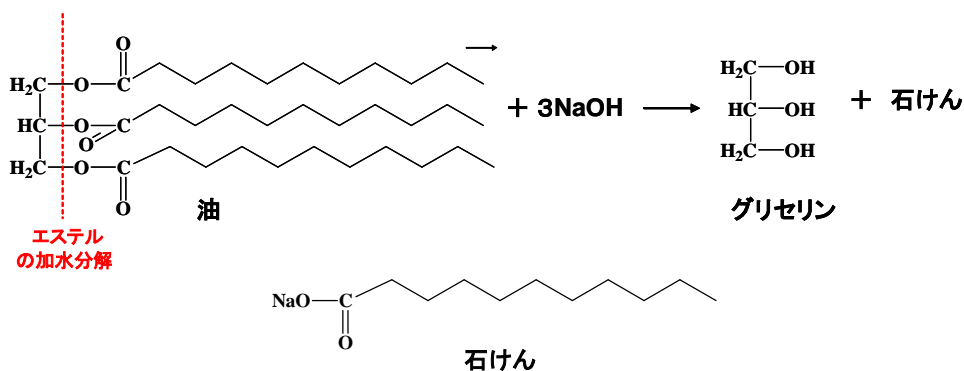


図1 オルト珪酸ナトリウムの加水分解熱
石けんができる反応（ケン化反応）の概要を示す。



ペットボトルでの石けんの生成状態は写真1を参照して下さい。

3種類の実験

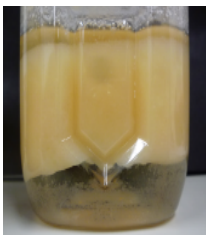

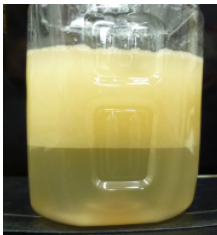
第1番目	第2番目	第3番目
		
・水: 50 g ・コーン油: 100 mL ・オルト珪酸ナトリウム: 25 g ほぼ同時に添加 発熱: 45 °C	・水: 50 g ・オルト珪酸ナトリウム: 25 g 一昼夜放置後 ・コーン油: 100 mL を添加, 発熱無し	・水: 50 g ・メタ珪酸ナトリウム: 25 g ・コーン油: 100 mL を添加, 発熱無し 反応無し

写真1. コーン油の石けん

2,3番は参考写真で、2は分解熱がない場合、3は油を粒子化するがけん化反応が起こり難い。

注: この反応ではグリセライドが完全にケン化しないで、モノグリやジグリが生成物中

に一部残存するかも知れない。

できたドロドロ（半練り）の石けんを 200ml のビーカーに分けとり、次の実験に使う。

2) 生成物の性質の確認（石けんが生成されていることを界面化学現象より確認する）

① 泡立ちの実験（Krafft 点現象）

100 ml 容積の栓付き目盛り付きのエプソン管に、40℃のお湯 20 ml を入れる。そこに 1) で作った半練り状で、大豆大の塊り（約 1g）を取り、お湯中に入れる。栓をした後、手で上下に約 1 分間ほどよくふる。起泡した泡の高さを読み取る。写真 2 を参照。

別のエプソン管に、氷を入れて、約 10℃の冷水を作り、同様の実験を行う。そして、泡の高さの差異を読み取る。

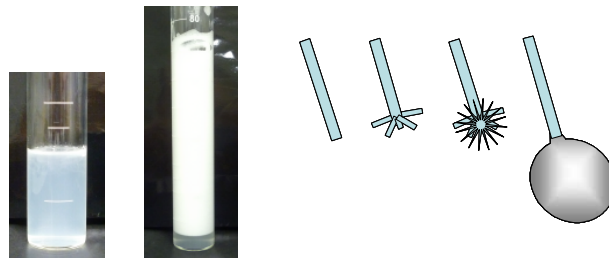
石けんはお湯にはよく溶けるが、冷水には溶けにくいことがわかる。

・石けん膜が泡を作る。

シャボン玉を作る。ストローの先端にガーゼ（5～6cm 四方大）を巻き付け、輪ゴムで止める。泡立ちに使った石けん水を容積 100 ml のビーカーに移し取り、シャボン玉ができるかどうかを確かめる。虹色の干渉色が見えるか観察する。

石けん膜の厚さは約～0.1 ミリ以下の薄い水の膜である。

石けんができたかどうかの実験



1. あわの発生

2. シャボン玉の実験

写真 2 石けんの物性

② ヌレの実験（撥水性と親水性の表面）

a) キャンパス布地（帆布）の上に水滴を滴下した場合と石けん水溶液滴を滴下した場合でのヌレの差異を観察する。図 2 の様に異なる。

水の表面張力 72 mN/m、水の分子凝集力が大きいので、半球になる。
石けん水の表面張力 36 mN/m、濡れて、広がる。

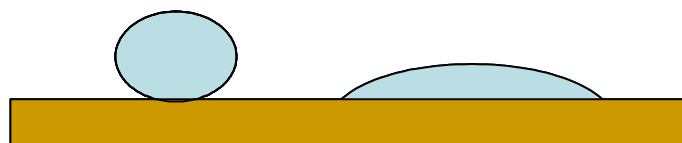
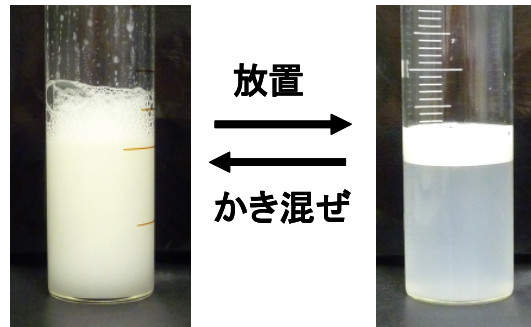


図 2 水と石けん水による帆布表面のヌレの違い

③ 油と水を混ぜる実験

- a) エプトン管に水 20 ml を入れ、そこに油 10 ml を加える。これを手で、約 1 分間よく振り混ぜる。静置して、振り混ぜた状態を観察をする。直ちに、水と油に分かれてしまうことが分かる。
- b) 1) で作った石けんを水に溶かし、手で 2 分間よく振る。振り混ぜた状態を観察する。水と油は牛乳のように白くなり、分かれてこない。油は小さな粒となって水の中に混ざる様になり、この状態をエマルションという。エマルションは石けんが水と油の境目に吸着するからである。〔写真 3 に示す〕



油を添加してエマルションにした濁り

写真 3

a) と b) の実験から石けん分子の性質を学ぶ。石けん分子は水にも油にも濡れるから（両親媒性構造）界面に集まることができる。

④ 水の表面張力を変える実験

テフロンシートを図 3 の様に切って、プラボートを作る。これを水面に浮かべる。

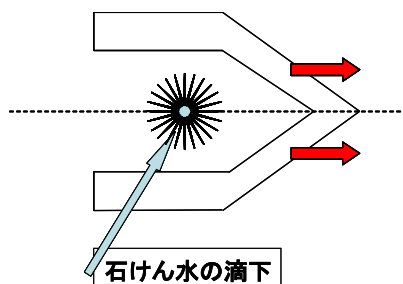
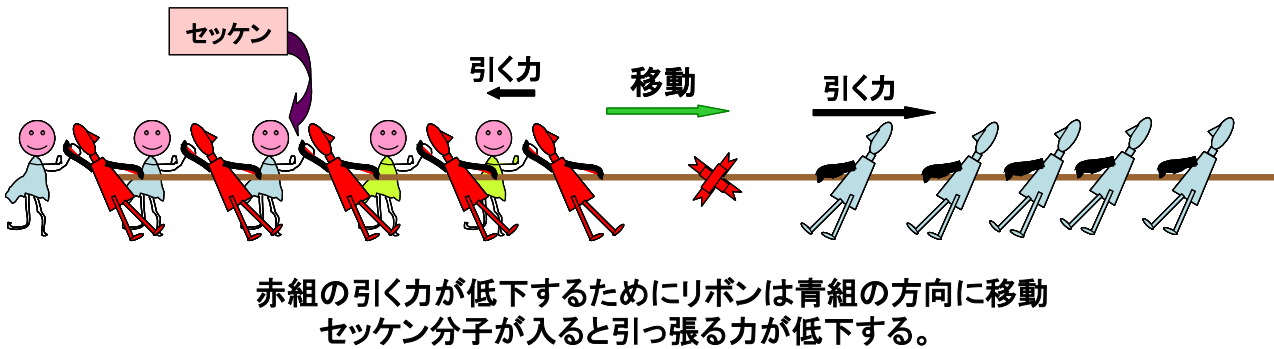
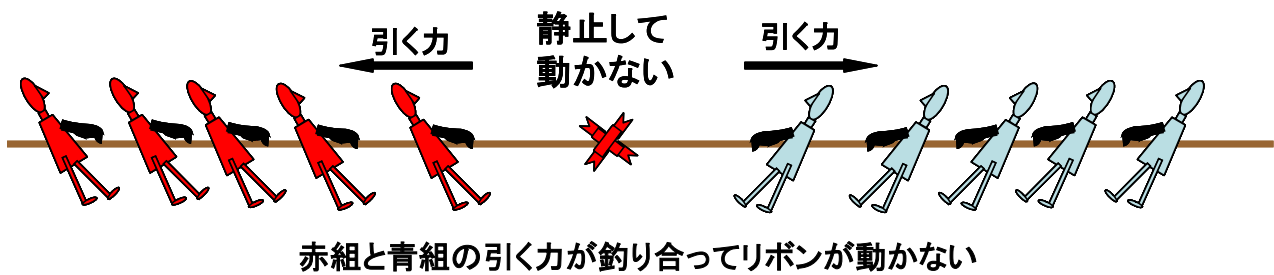


図 3 プラボート。5cm 角ぐらい。
石けん水を滴下すると、赤矢印の方向に勢いよくボートは進む。

スポイトを用いて、水滴を静かに滴下し、ボートの動きを観察する。次に石けん液を同様に、滴下する。ボートの動きの差異を比較観察する。

枠の中と外での表面張力の差異が生じるため、表面張力の大きな、水の分子が縮む力で、ボートは大きく前方に動く。

図 4 に綱引きを例にわかりやすく説明する。釣り合っている綱引きの赤い方に、石けん分子（女の子）を加えると、表面張力が弱くなって（女の子を手をつなぐため、片手になる）、綱は青い方に引かれる。従って、ボートは前に進むようになる。




 印はボートに相当すると考える。

図4 表面張力変化の模式的説明

注) 表面張力の変化は下記の実験でも観察できるので、試してみてください。

- (1) ベビーパウダーを水面に一樣になるように手で散布する。スポイトを用いて、散布した粉の真ん中当たりの水面に静かに1滴を滴下し、ベビーパウダーの動きを観察する。
- (2) 次に、同じようにベビーパウダーを散布した水面に、石けん水液を滴下して、ベビーパウダーの動きを観察する。

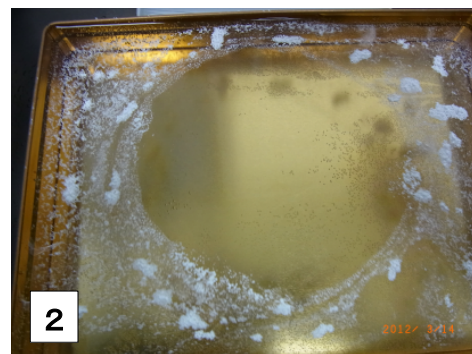
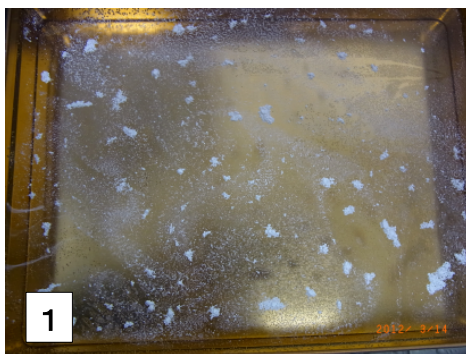


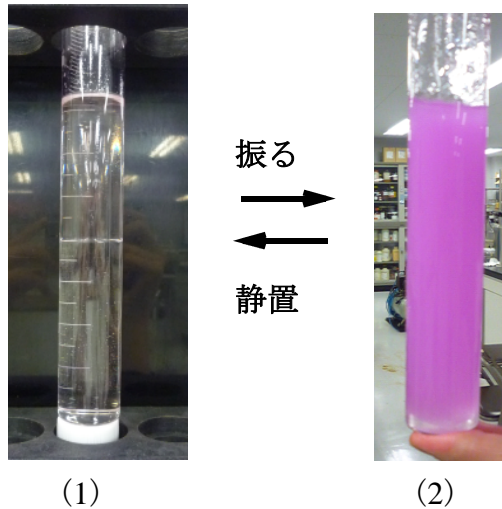
写真4

- (1) ベビーパウダーを水面上に撒いたとき、 (2) 石けん水を1滴滴下したとき

以下は当日参考に行うデモンストレーション実験について説明する。

(1) 界面発色エマルション

染料は水に溶解しているときはイオン解離しているが、油に溶けているときは分子状で解離していない。水に溶けているときは発色するが、分子状では発色しない染料がある。この原理を利用して、油に染料を溶かしておき、水側には溶けないようにしておくと、水と油の界面に吸着した分子だけが水と接触するので、発色したエマルションになる。



(2) 溶液内平衡と界面 pH

染料は水に溶けているとき、その pH によって、色が変わることがある。水溶液の pH は油と接触している界面近くでは異なることが多い。この原理を利用して、油と水の界面が多いエマルション状態にすると、染料の色が変わることを調べてみよう。

