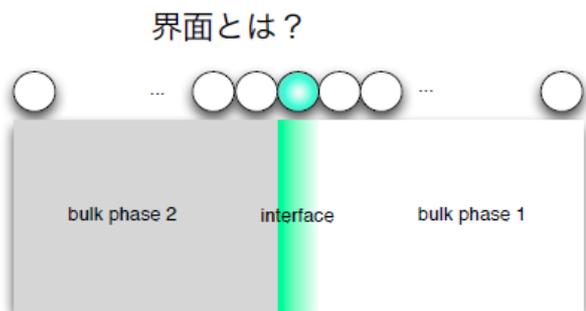


実験 No.	5	テーマ	界面表面の化学を体験して理解しよう
実験指導担当	機能分子化学科 山本雅博		

1. はじめに

かつて物理学者のパウリは「表面は悪魔によって作られた」という言葉を残しました。表面・界面はバルクにくらべて圧倒的に限定されて領域であるにも関わらず、表面・界面が関与した自然現象は極めて重要であることが多いことが知られています。



仮に界面の厚み(1 nm)が1 cmだとすると、バルク相(1 cm)は100 kmとなる。すなわち、界面現象を観測することは京都-大阪間を往復する間に1円玉を見つけることに相当する。

本テーマでは、以下の実験を通して、表面・界面のおもしろみを実感し、その物理化学的な意味づけを理解してもらいたいと。

- 1) 表面張力～コップの縁から水がもりあがるのはなぜ？
- 2) 接触角：蓮の葉はなぜ水をはじく？
- 3) 超硬水なら石けんで手を洗っても泡立たない？
- 4) 樟脳船は何故動く？
- 5) 油と水の界面～光るドレッシングが作れる？
- 6) “ドライウォーター”ってなんぞや？

2. 実験

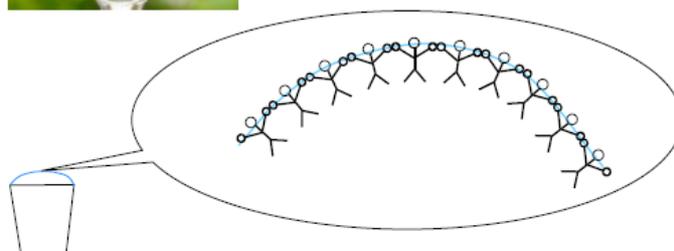
1) 表面張力～コップの縁から水がもりあがるのはなぜ？

ガラスコップに水を注ぎ、コップの縁から水がこぼれないギリギリまで加えてみましょう。もりあがるのは、空気と水の境目(表面)に働く表面張力が原因です。水は身の回りにある液体の中で比較的高い表面張力を有します。



実験1：水の表面張力？

関西弁で、「なみなみ」
ちなみに、福井弁では
「つつるいっばい」と言う。



表面張力 水 72.75 mN m⁻¹

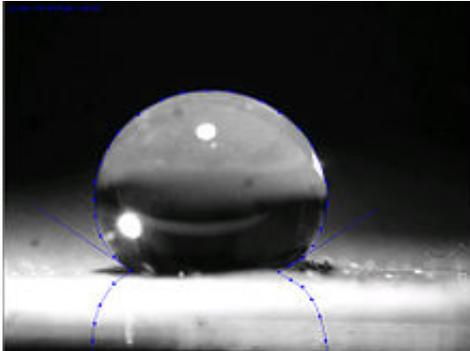
エタノール 22.0 n-heptane 20.3 perfluoropentane 9.9

[実験1]

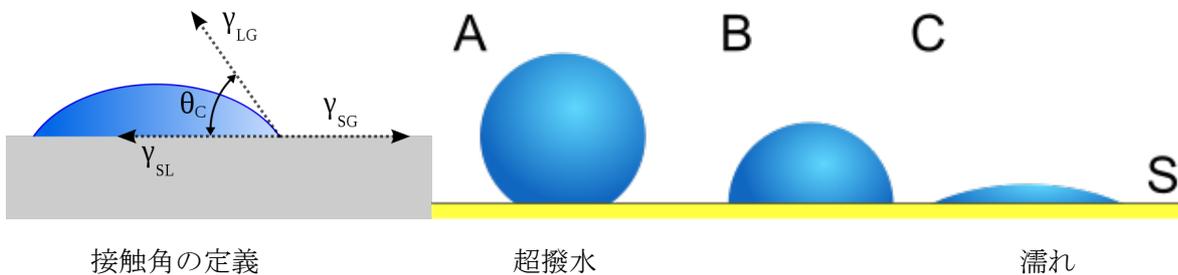
ガラスコップに水やサラダオイルを盛り上げてみましょう。サラダオイルは水と同じくらい盛りあがるでしょうか。(可能な

ら) 写メールをとって盛り上がりの大きさを確認しよう。

3) 接触角：蓮の葉はなぜ水をはじく？



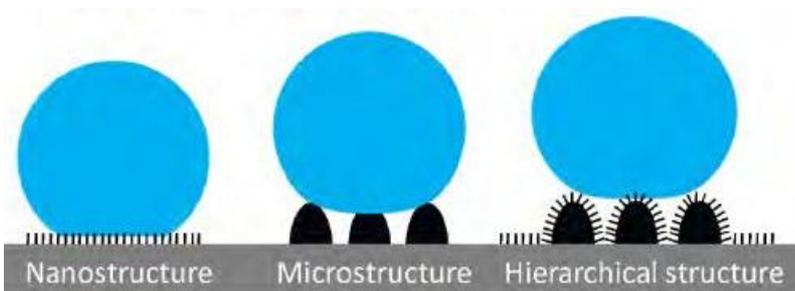
蓮の葉は、水滴をはじく



接触角の定義

超撥水

濡れ



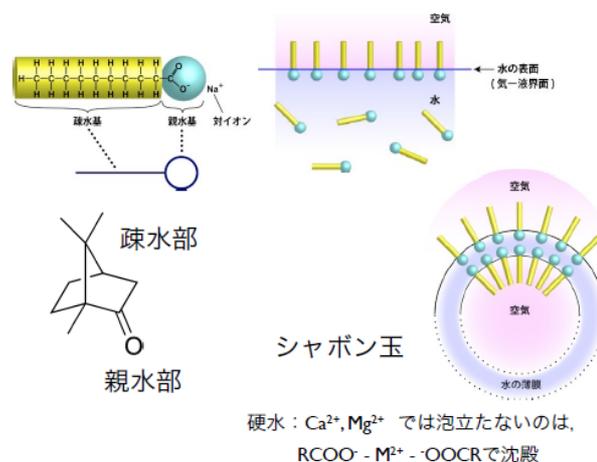
通常の化学物質において、最大の撥水性を示す官能基はトリフルオロメチル基 ($-\text{CF}_3$) である。平面状にきれいに並んだトリフルオロメチル基と水が接する場合、その接触角は 120° 前後である。この撥水性をさらに強化し、接触角を 150° を超える状態にまで強化した状態が超撥水性である。この場合、水滴は球状になって表面を転がることになる。

[実験 2]

市販のヨーグルトのフタの裏面は、ヨーグルト (水) がくっつかないように超撥水処理を施している。このフタに水滴を垂らして、その様子を観測しよう。(可能なら) 写メールをとって接触角のおおよその大きさを確認しよう。

3) 超硬水なら石けんで手を洗っても泡立たない?

純粋な水は泡立ちませんが、洗剤を加えると泡立つことを知っていると思います。洗剤には界面活性剤と呼ばれる物質(分子)が入っています。界面活性剤は、水となじみやすく油になじみにくい部分(親水基)と水になじみにくく油になじみやすい部分(親油基)を、1つの分子の中に併せ持つ分子です。界面活性剤は空気と水の境界(表面)に、親水基を水側に疎水基を空気側に向けて吸着します。界面活性剤の表面吸着により、泡(もしくはシャボン玉)ができるようになります。



ところで、ヨーロッパの多くの地域の水は、Mg²⁺イオンやCa²⁺イオンを多く含む硬度の高い水(硬水)です。一方、日本の水道水や日本産のミネラルウォーターの多くは、柔らかい水(軟水)です。水の性質と界面活性剤の性質に関係はあるのでしょうか。

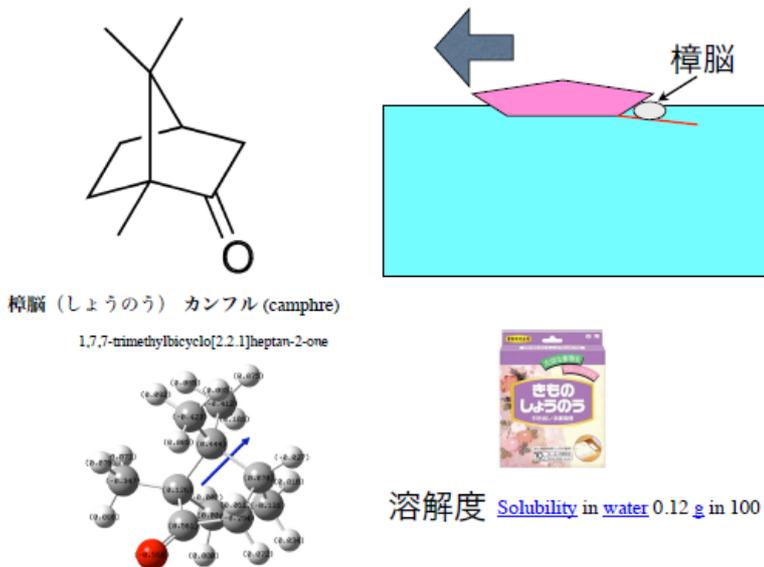
[実験 3]

石けんを手に塗り、コントレックスという非常に硬度の高い水で手が洗えるか(泡立つのか)試してみましよう。

4) 樟脳船は何故動く?

樟脳と呼ばれる物質(camphor: 1,7,7-トリメチルビシクロ[2.2.1]ヘプタン-2-オン)は、水に比較的溶解するだけでなく、界面活性剤としての働きを示します。すなわち、樟脳分子は、表面に吸着します。

樟脳を取り付けた船の模型(樟脳船)を水面に浮かべると、表面張力の働きに基づく面白い現象が見られます。

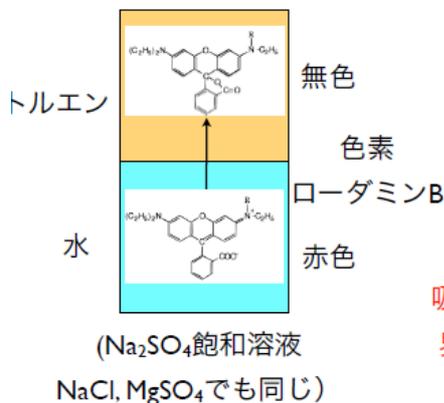


[実験 4]

樟脳船を水面に浮かべるときに生じる現象を観察しましょう。また、水に洗剤を一滴加えた場合に何が起こるか観察しましょう。

5) 油と水の界面～光るドレッシングが作れる？

代表的なドレッシングは、水と油からできています。使う前に容器を良く振ると、球状の油の粒(油滴)が水の中に散らばった状態(分散状態)が形成されます。しかし、時間が経つと、油滴同士が互にくっつきあい(合一しあい)、最終的に元の分離した油と水に戻ってしまいます。2つの混ざり合わない液体が一時的に混ざり合った状態(もしくは物質)のことを「エマルション」と呼びます。エマルションを長持ちさせるためには、界面活性剤を加える必要があります。



塩析：水分子がより親水性のカチオン、アニオンに水和するため、色素は水和できなくなり有機層に移動する。

吸着：ローダミンBは界面に吸着することが知られている。

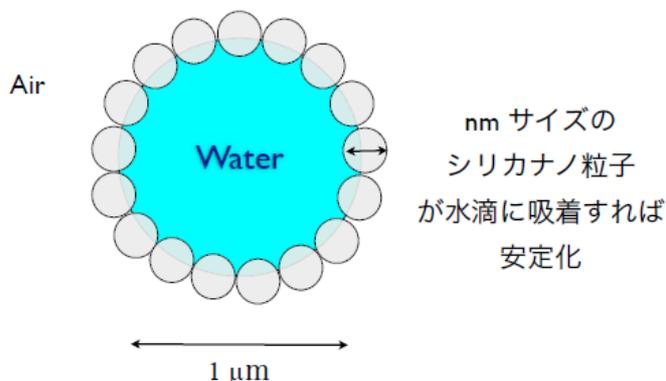
【実験5】

油(トルエン)と水(電解質水溶液)が入ったガラス瓶を用意しています。この瓶を振る際に生じる現象を観察しましょう。振り方もいろいろ検討してみてください。

6) “ドライウォーター”ってなんぞや？

界面活性剤が水の表面に吸着することを既に述べましたが、分子が集合して形成される微粒子も表面に吸着します。疎水基で覆われた微粒子は、水滴の表面に吸着し、ドライウォーターという特殊な物質を安定化します。

エマルションの安定化通常界面活性剤：マヨネーズ



【実験6】

水 95 g と疎水性シリカ粒子 5 g をブレンダーに入れ、1分間攪拌を行って作成したドライウォーターを少量手のひらにとり、すりつぶしてどうなるか観測してみましょう。