お肌と洗剤とコンニャクと

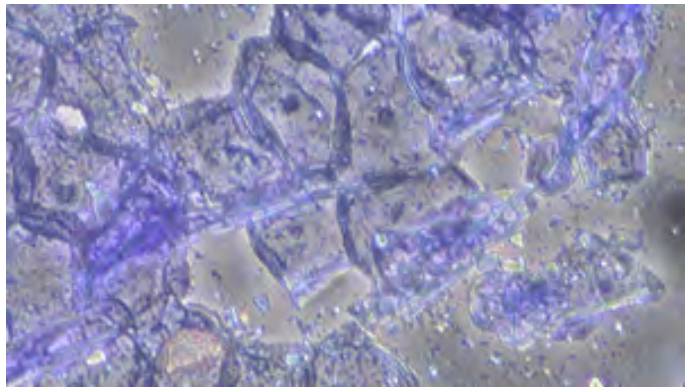
「やわらかなもの」を科学する

KEK物構研　瀬戸秀紀

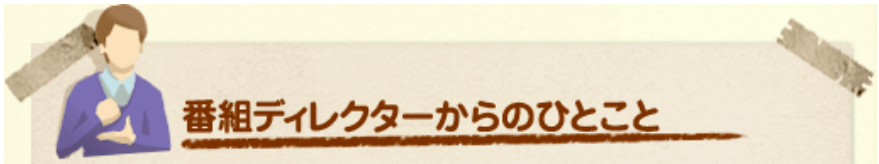
「やわらかい」とは？

皮膚と物質の相互作用

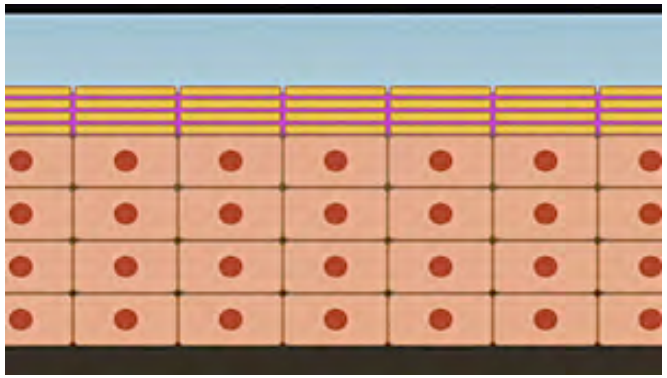
http://www.nhk.or.jp



ちゃんと死んでなきゃダメ！

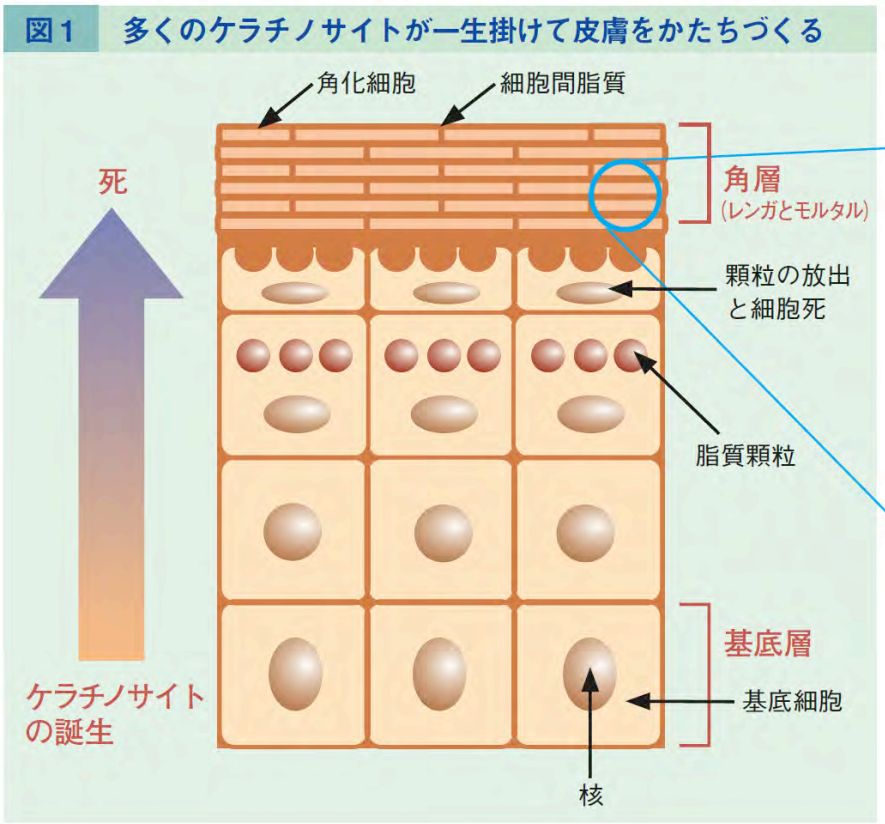


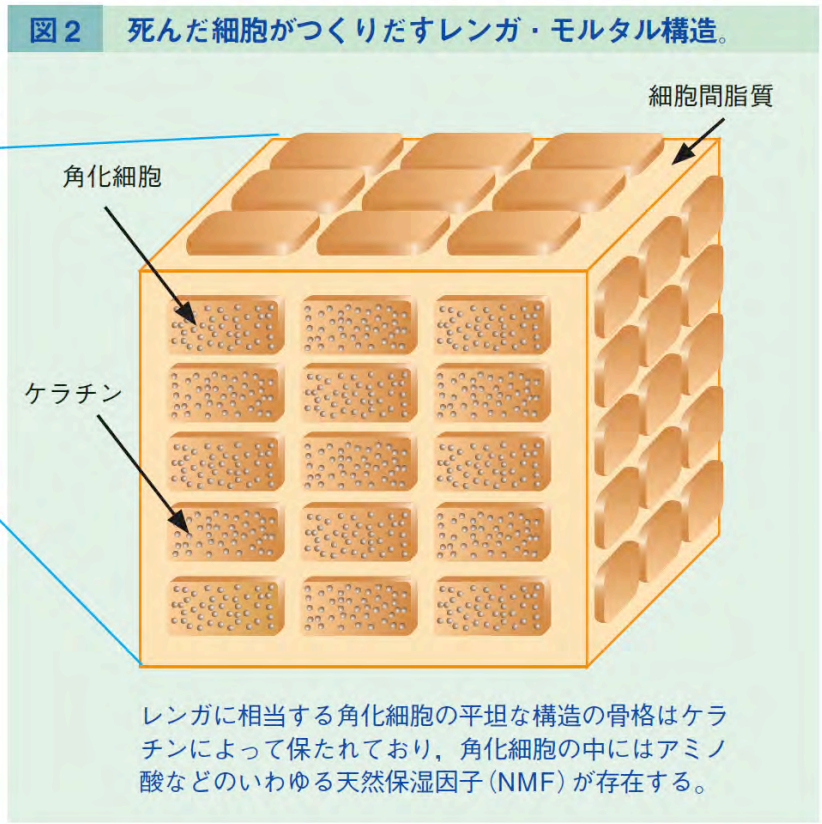
人間の体が作る保湿成分を超えるものは無いんじゃないかということ。現に、これだけ化粧品や医薬品が発達するなか、いまだ体が作る保湿成分（細胞間脂質）と同じものは、人工的に合成できていません。だから、この「メイドイン・自分」の保湿成分をもっと大事にすることも大切なんじゃないかなと思います。



皮膚のバリア機能

「死んだ細胞」レンガ・モルタル構造の役目

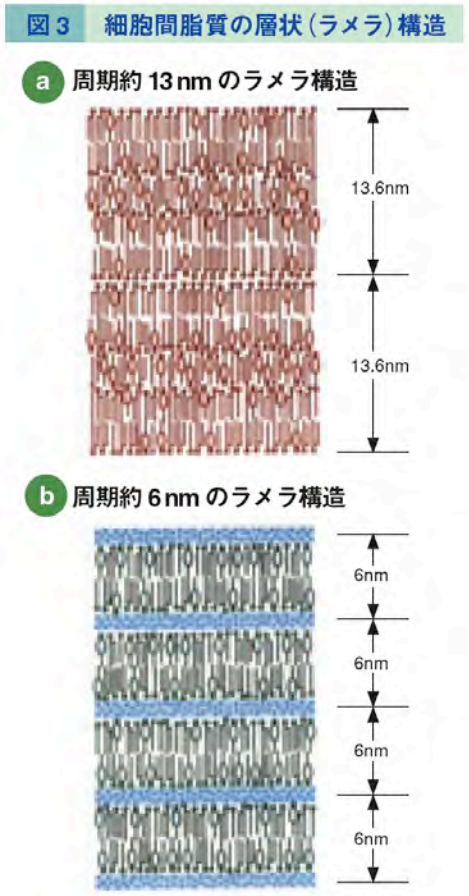




BIONICS 2006年3月号より

細胞間脂質の層状構造

細胞間脂質=セラミド+脂肪酸+コレステロール+…



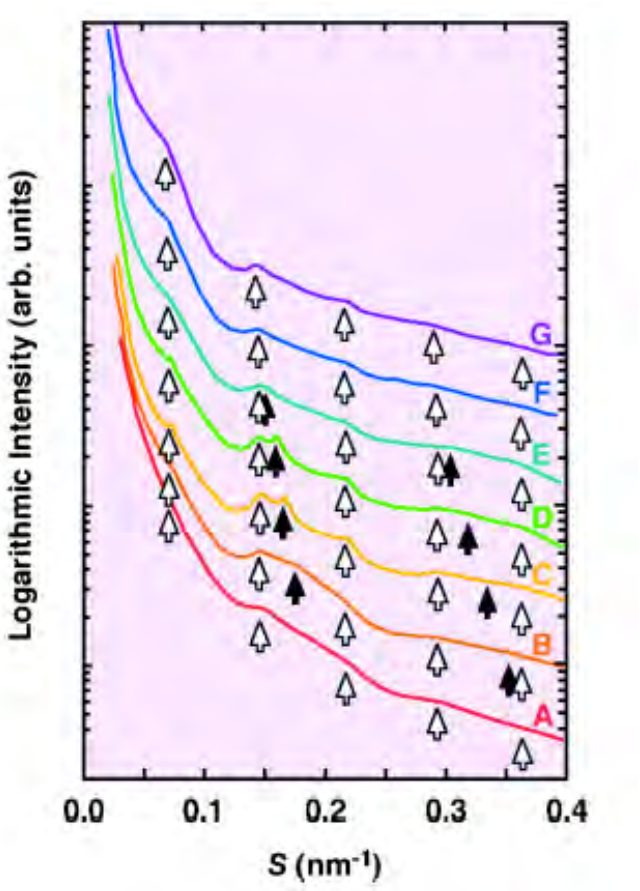
脂質の種類の違いにより
2種類のラメラ構造が共存している

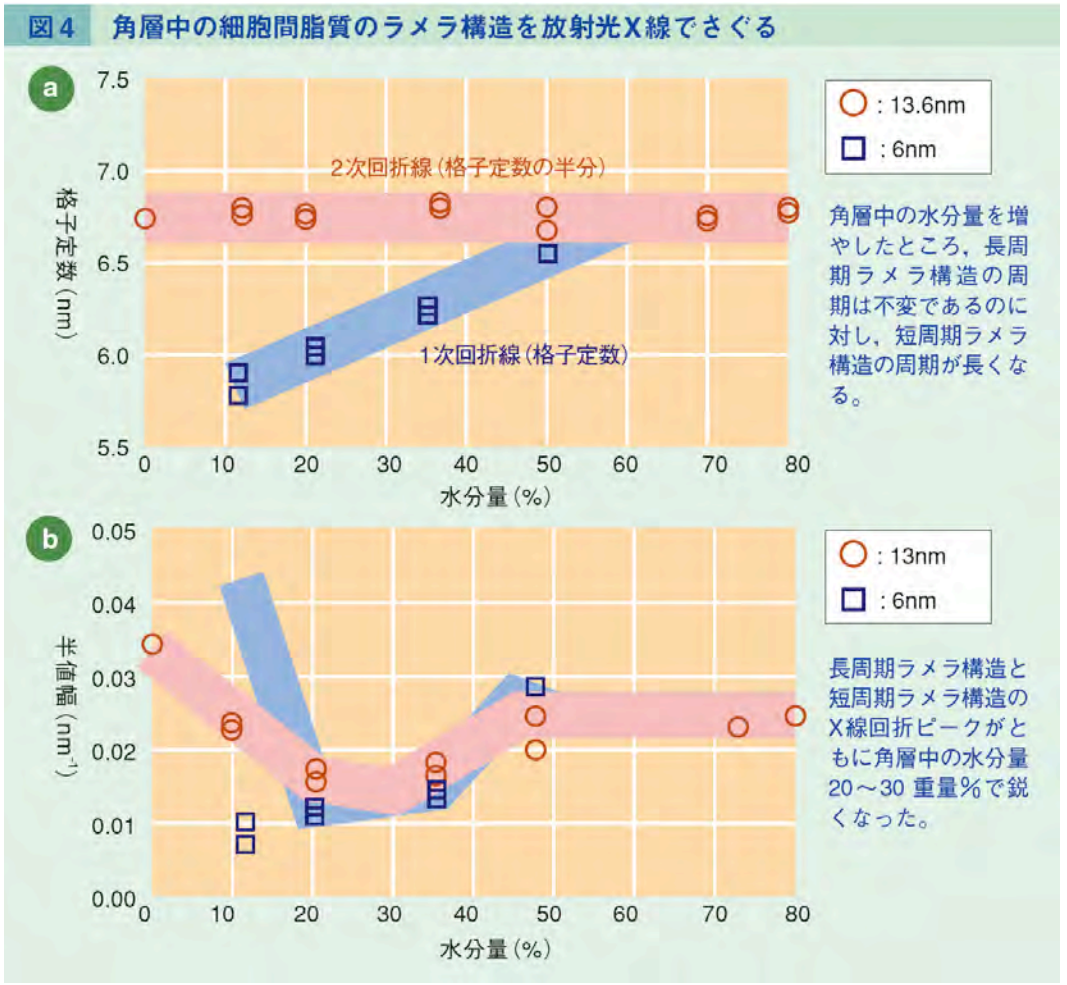
長周期ラメラ構造: 水を含まない

短周期ラメラ構造: 水を含む

八田一郎名大名誉教授(現SPring-8)による研究

水分増加→短周期ラメラのみ長くなる

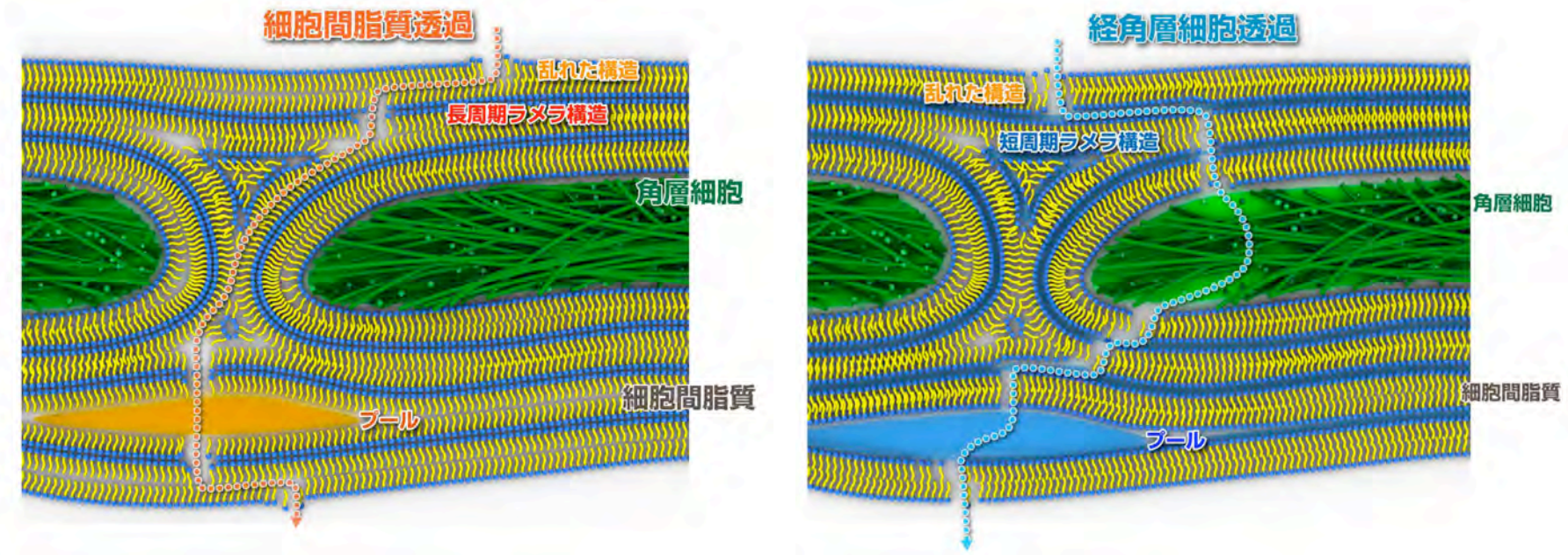




角層中の水分量を20%程度に保つメカニズム

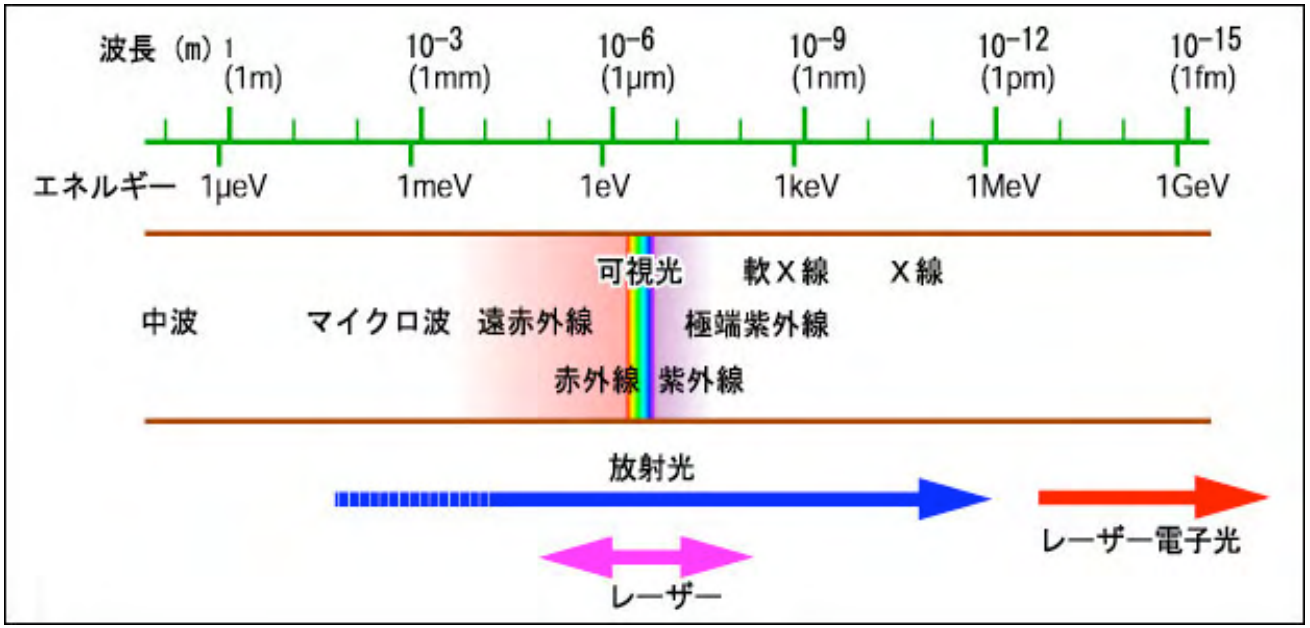
化粧品の皮膚への浸透

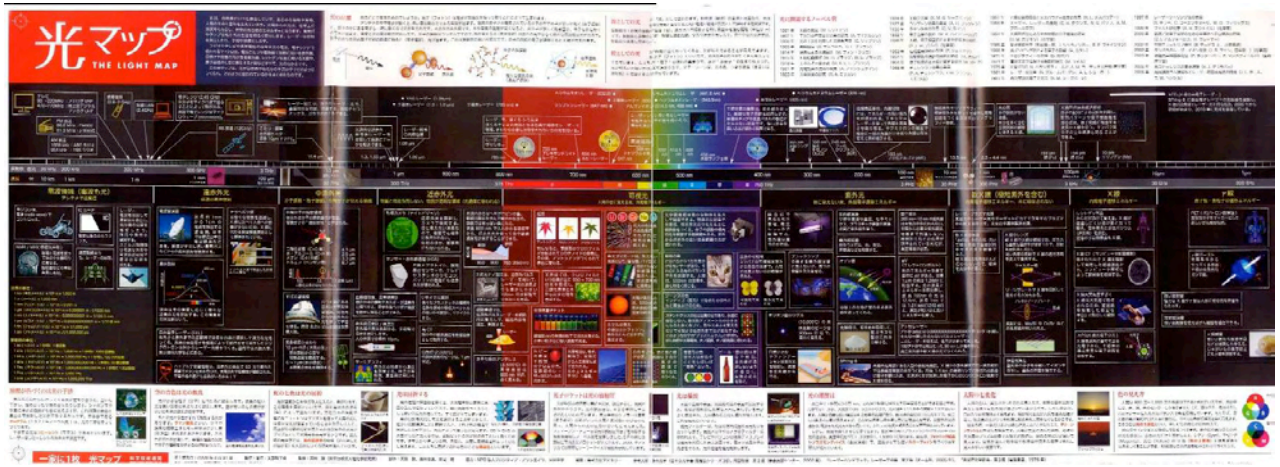
- 疎水性のリモネン（経皮吸収促進剤）：細胞間脂質透過
- 親水性のエタノール（化粧品溶液）：経角層細胞透過



八田一郎名大名誉教授(現SPring-8)による研究

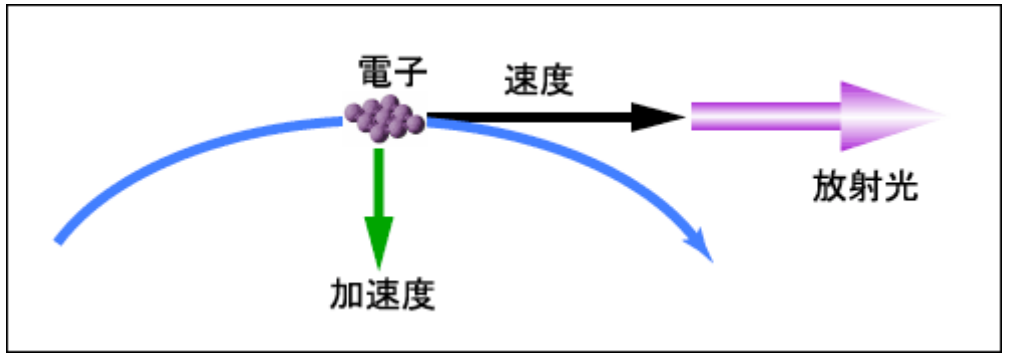
光（電磁波）の分類

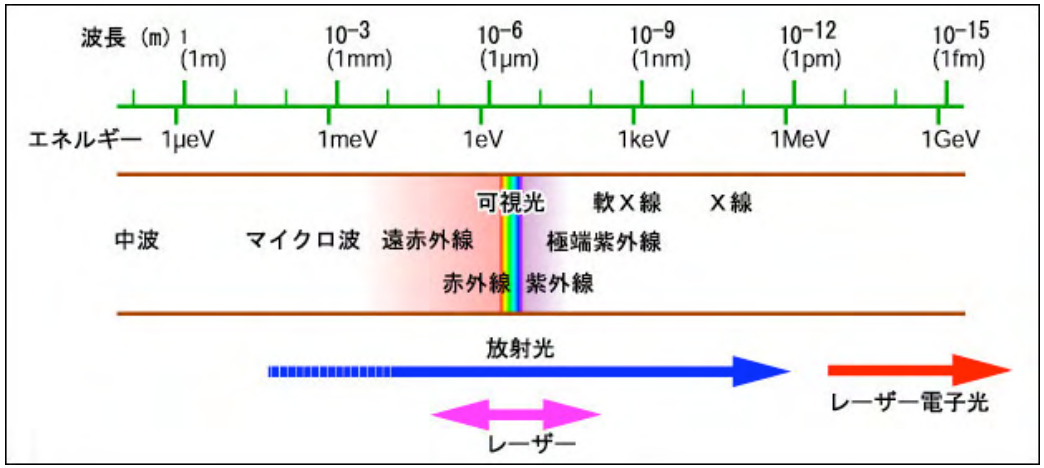

波長（m）1
(1m)
10−3
(1mm)
10−6
(1μm)
10−9
(1nm)
10−12
(1pm)
10−15
(1fm)
エネルギー 1μeV
1meV
1eV
1keV
1MeV
1GeV
可視光
軟X線
X線
中波
マイクロ波
遠赤外線
極端紫外線
赤外線
紫外線
放射光
レーザー電子光
レーザー


光マップ
THE LIGHT MAP

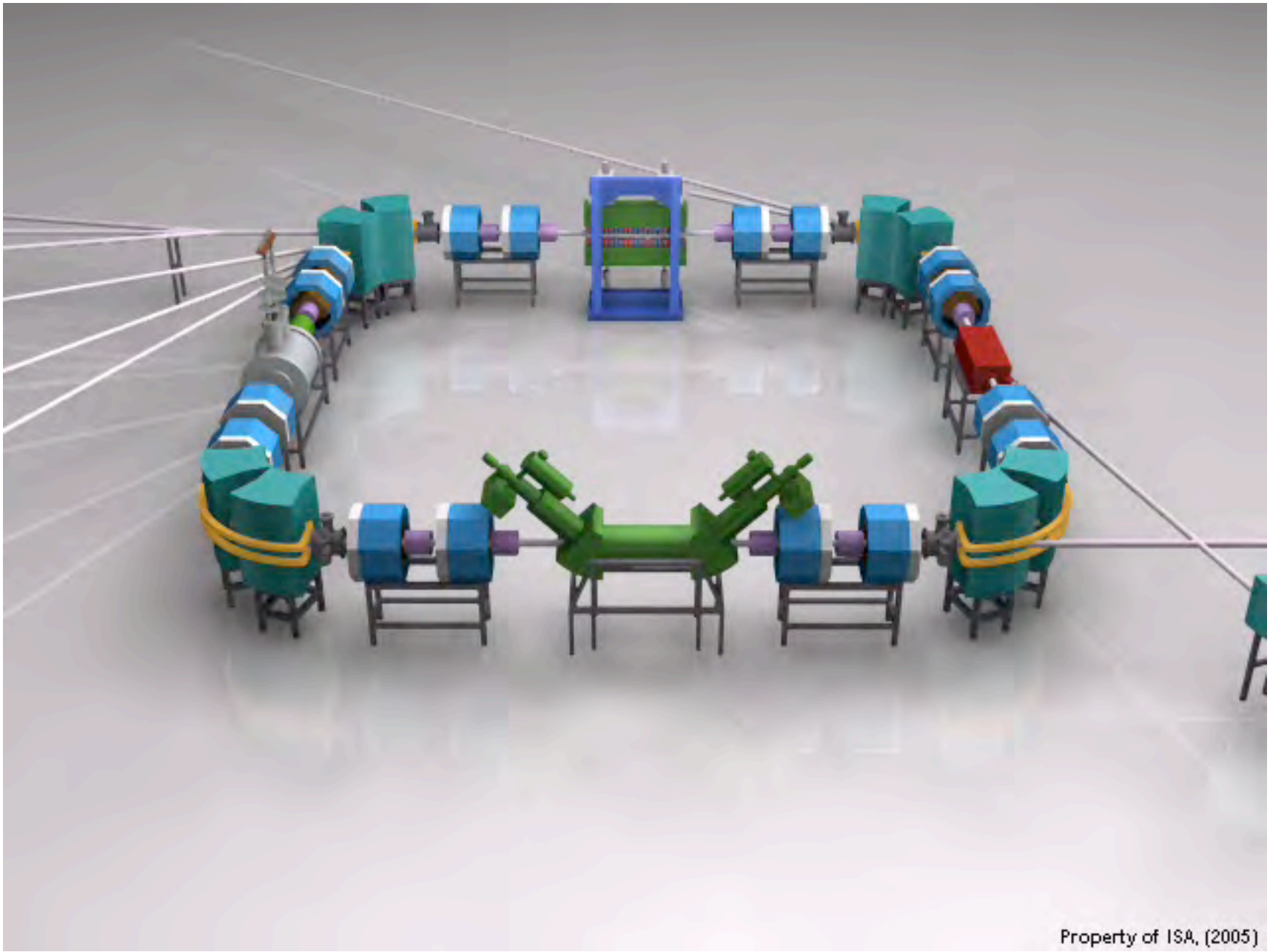
放射光の発生

高エネルギー加速器研究機構
（KEK）



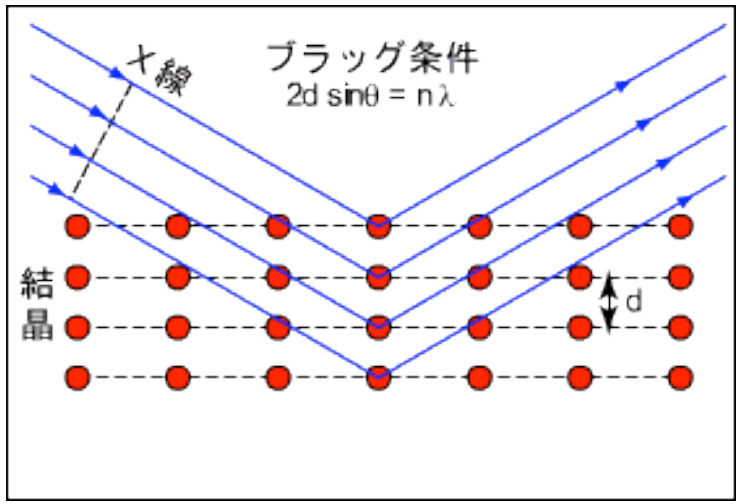


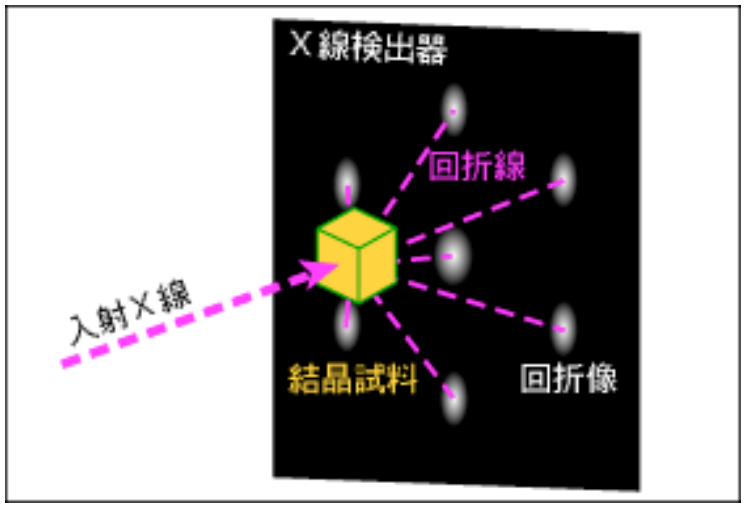
放射光入門
http://prwww.spring8.or.jp/intro_sr/page3_2b.shtml

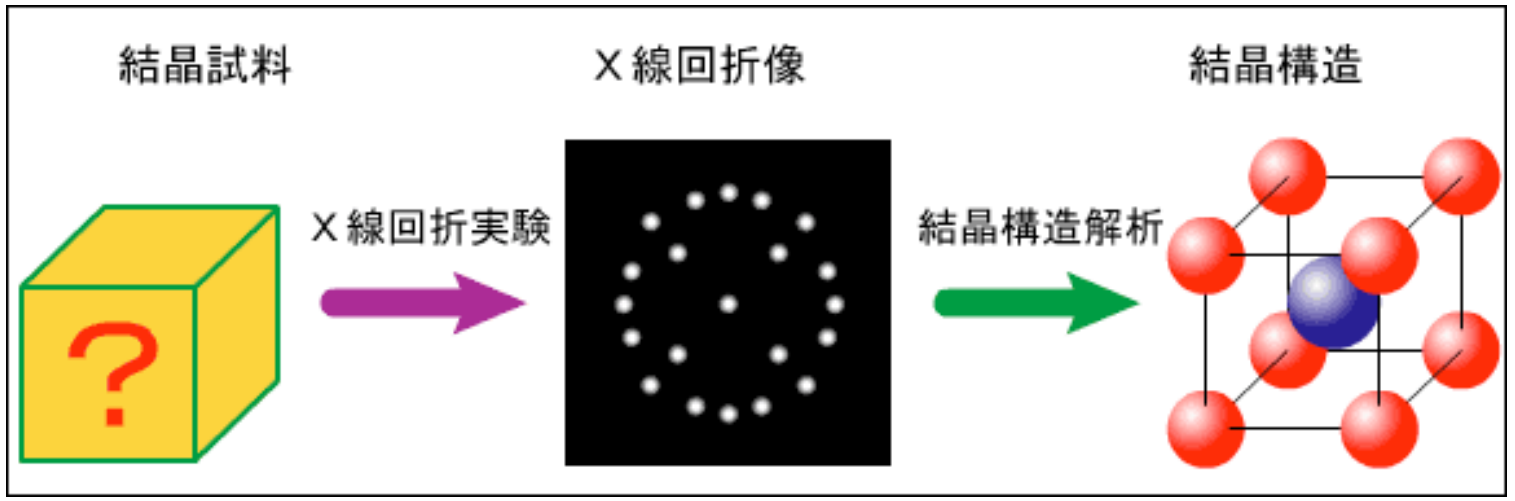


http://www.isa.au.dk/web/imageGallery.asp

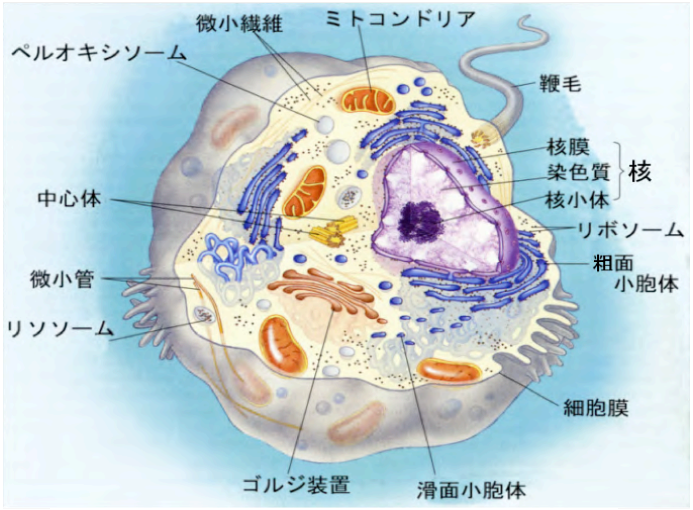
回折・散乱


ブラッグ条件
2d sinθ = nλ
X線
結晶
d

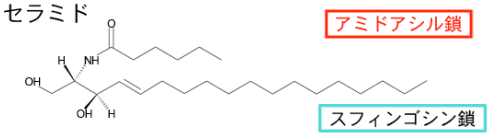

X線検出器
回折線
入射X線
結晶試料
回折像


結晶試料
X線回折像
結晶構造
X線回折実験
結晶構造解析
?

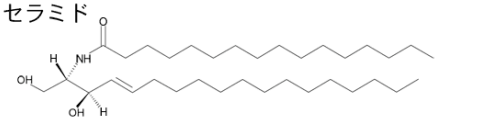
細胞間脂質：セラミド



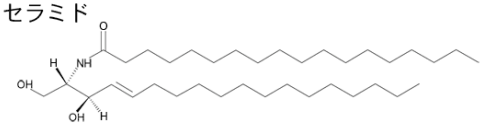
(1) C_6－セラミド



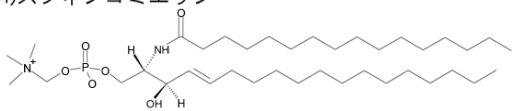
(2) C_{16}－セラミド



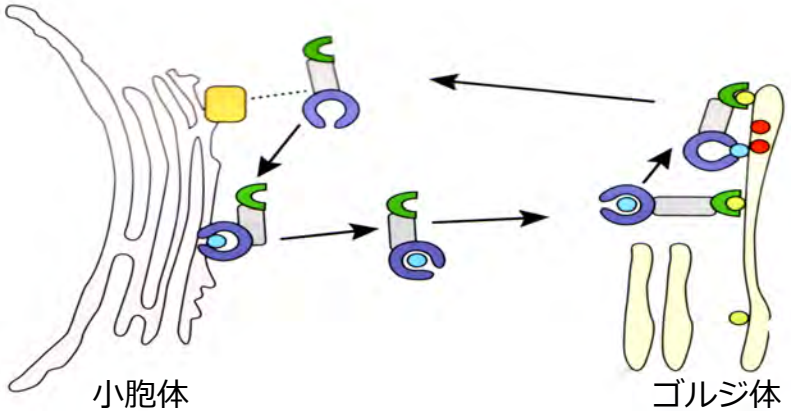
(3) C_{18}－セラミド

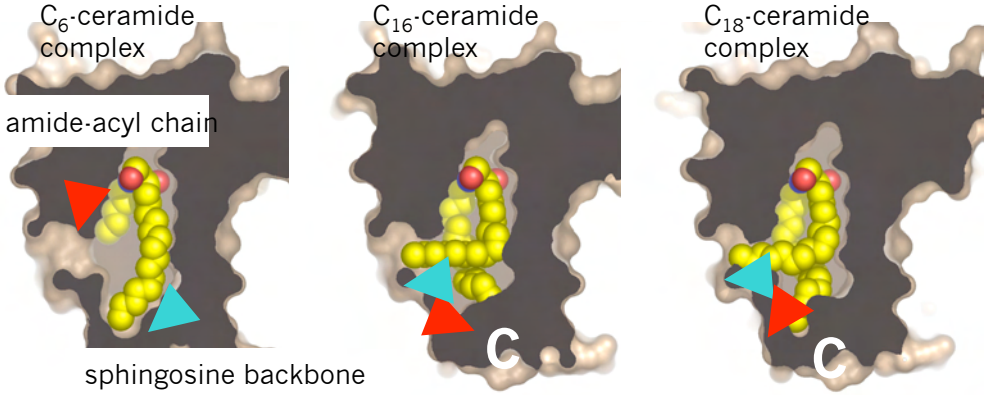


(4)スフィンゴミエリン



小胞体で作られてゴルジ体に輸送され、膜の材料として仕上げられる

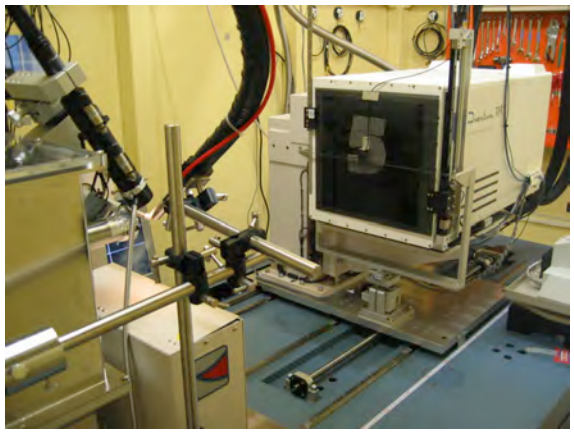


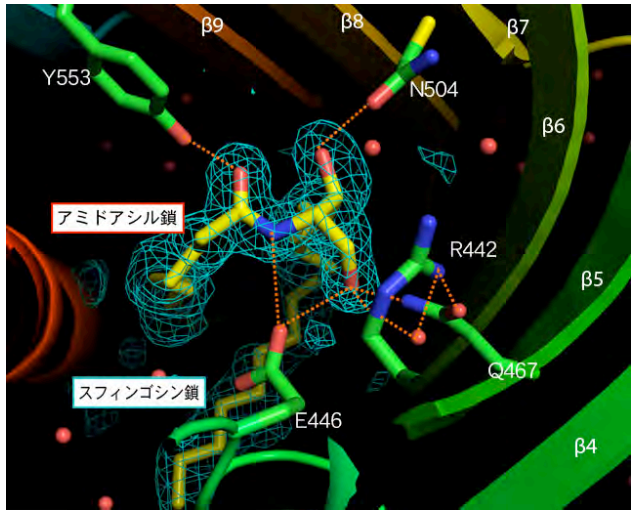


工藤紀雄博士(KEK)による研究
http://www.kek.jp/newskek/2008/mayjun/CERT.html

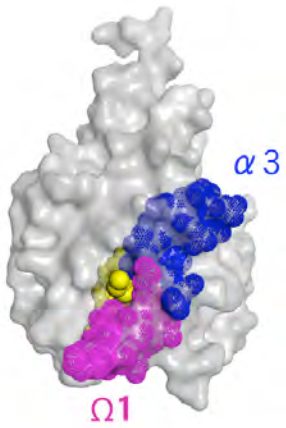
セラミドを運ぶタンパク質CERT

Photon Factory BL-5A



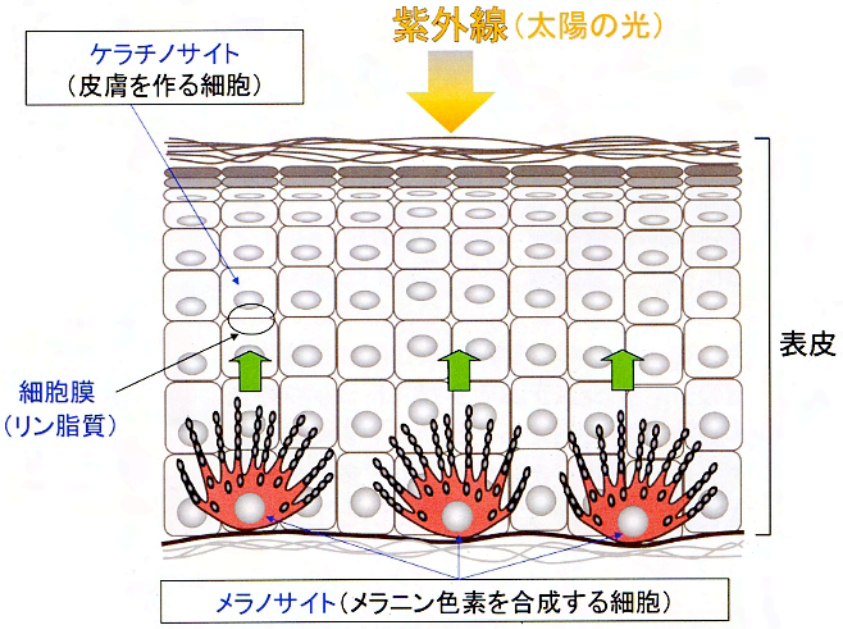


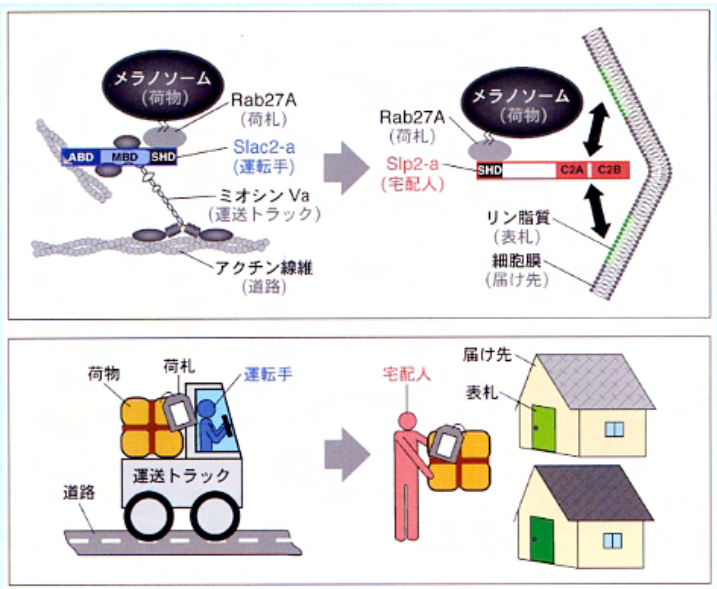
CERTのSTARTドメインとC16-セラミドの立体構造を拡大した図。セラミドの電子密度を水色のメッシュで示してある。CERT STARTドメインとセラミドの水素結合を橙色の点線で示してある。E446（グルタミン酸）からは、セラミドの水酸基とアミドへ２本の水素結合、Q467（グルタミン）、N504（アスパラギン）、Y553（チロシン） からはそれぞれ1本の水素結合が形成されており、R442（アルギニン）からは水分子を介して水素結合が形成されていた。炭素原子を黄色、酸素原子を赤、窒素原子を青で示し、図中の赤い球は水分子を表す。

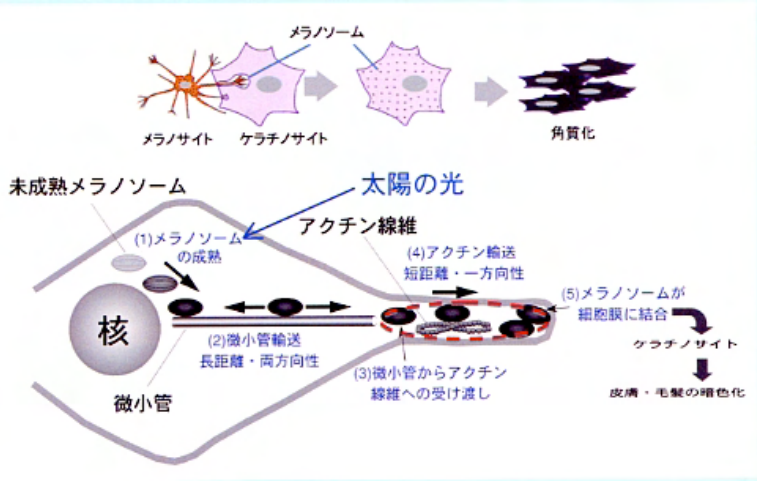


運び屋CERTがセラミドを積み込む時には、この２つの領域がまるでコンテナの扉のように動く？

メラニン色素の輸送

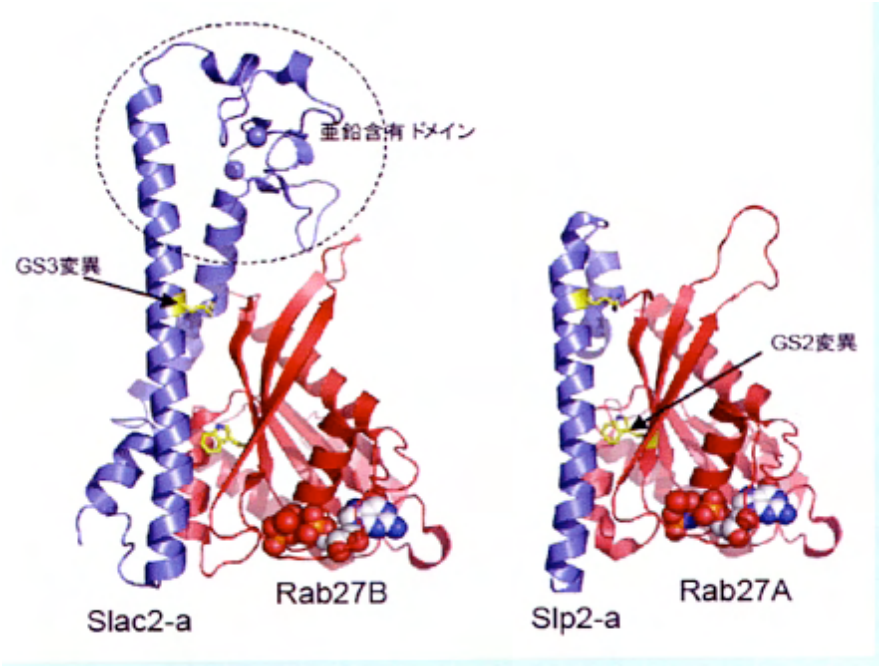






SPring-8 News
及び http://www.kek.jp/newskek/2008/sepoct/Rab27.html

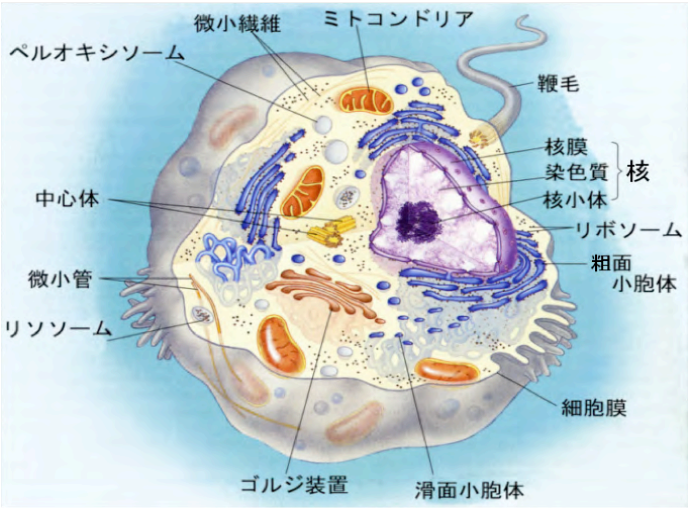
メラノソームを輸送するタンパク質

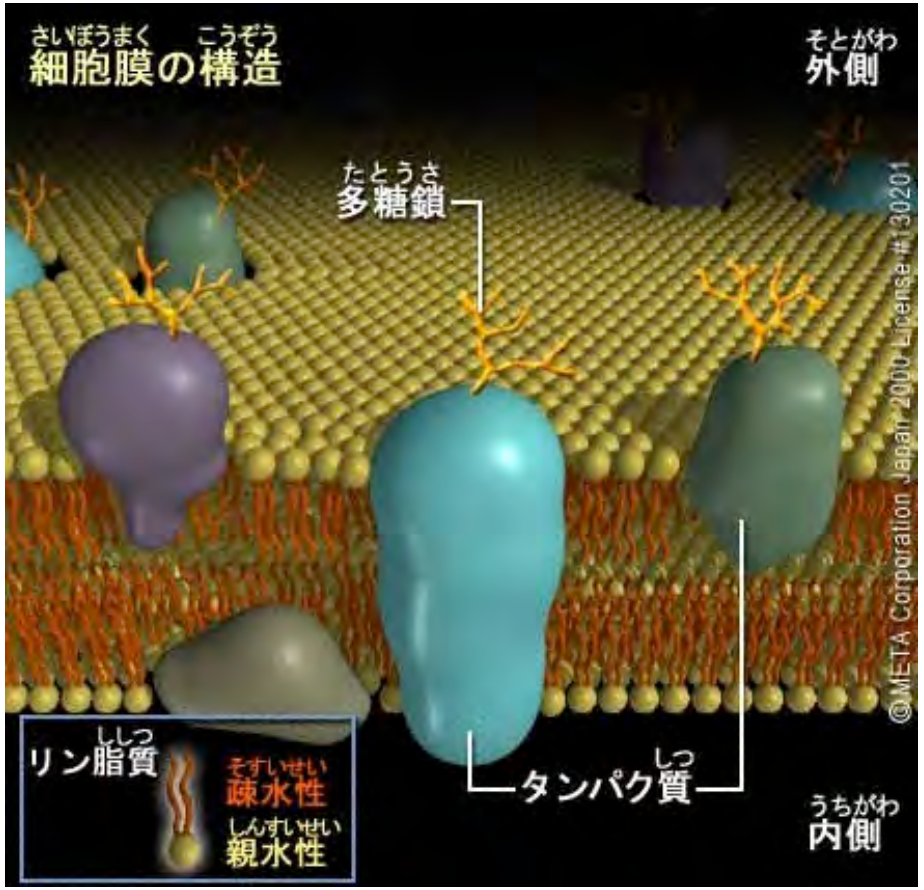


Slac2-a: メラノソームを運ぶ「運転手」
Slp2-a: メラノソームを届ける「宅配人」
（どちらも「エフェクタータンパク質」）

Rab27: メラノソームの「荷札」
（スイッチ機能付きタンパク質）

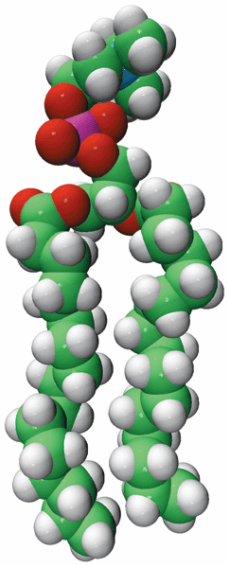
リン脂質


微小繊維
ミトコンドリア
ペルオキシソーム
鞭毛
核膜
染色質
核小体
核
中心体
リボソーム
粗面
小胞体
微小管
リソソーム
細胞膜
ゴルジ装置
滑面小胞体


細胞膜の構造
外側
多糖鎖
リン脂質
疎水性
親水性
タンパク質
内側
©META Corporation Japan 2000 License #130201

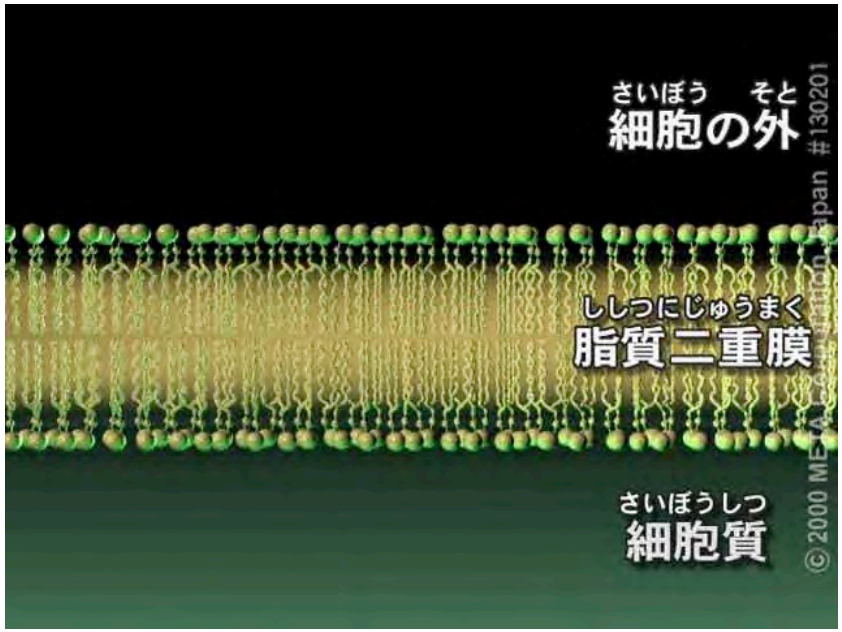
両親媒性分子

リン脂質



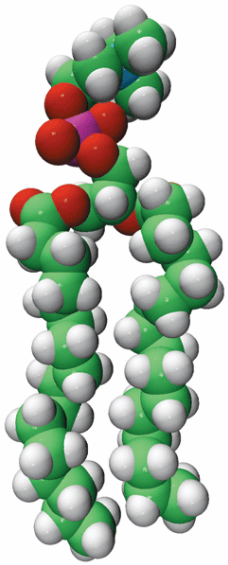
水に馴染む部分（親水基）

油に馴染む部分（疎水基）



両親媒性分子

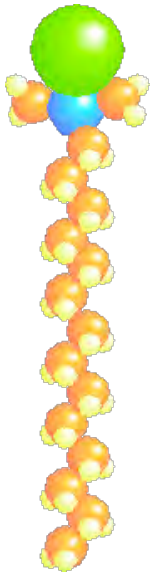
リン脂質

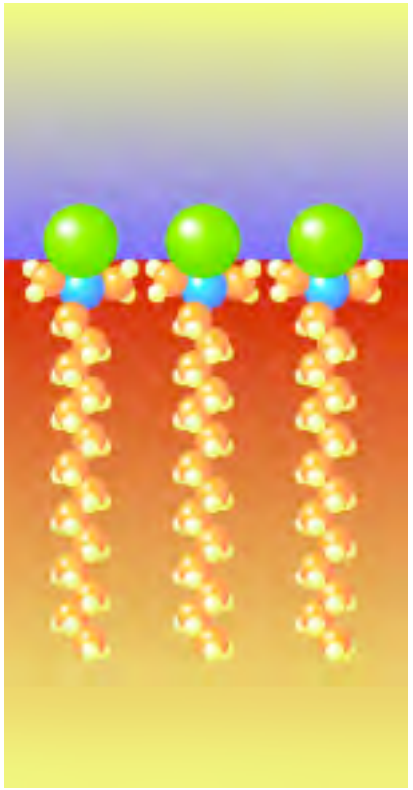


水に馴染む部分（親水基）

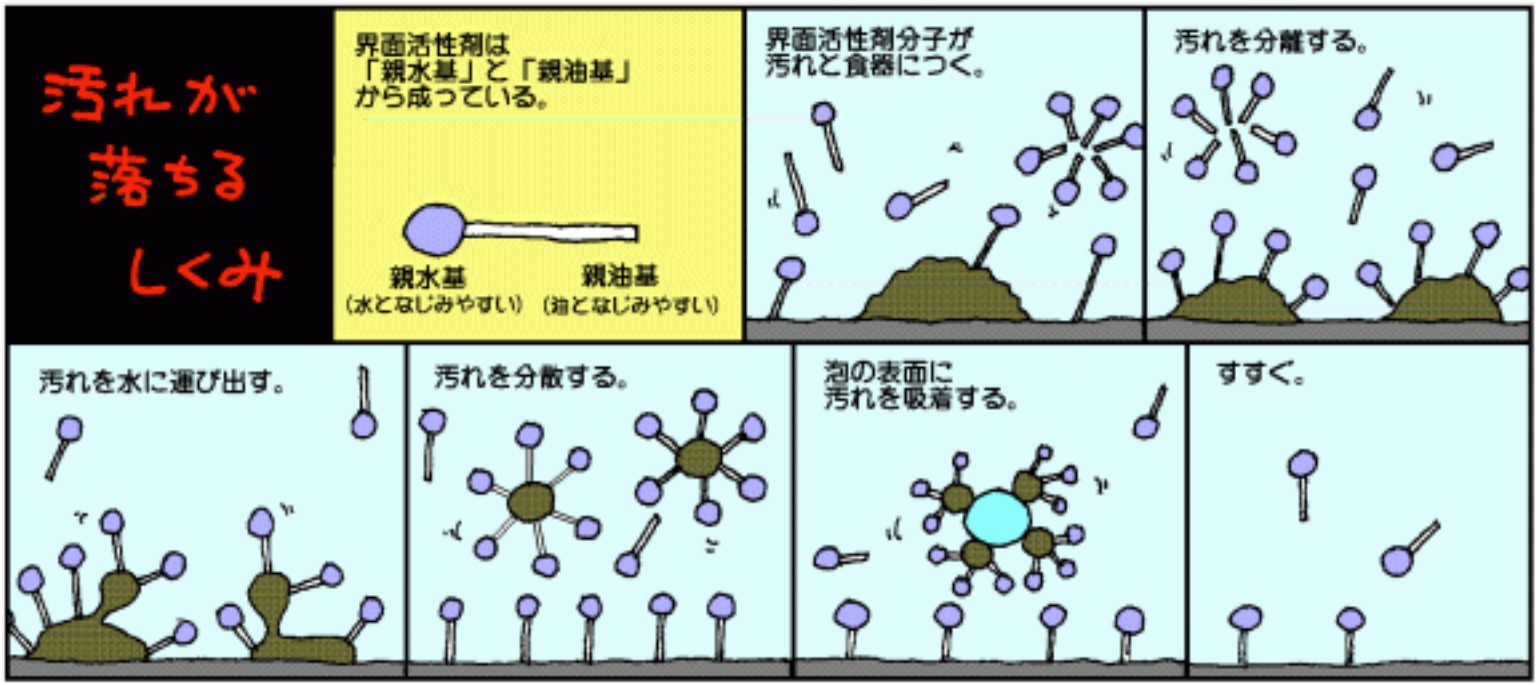
油に馴染む部分（疎水基）

界面活性剤



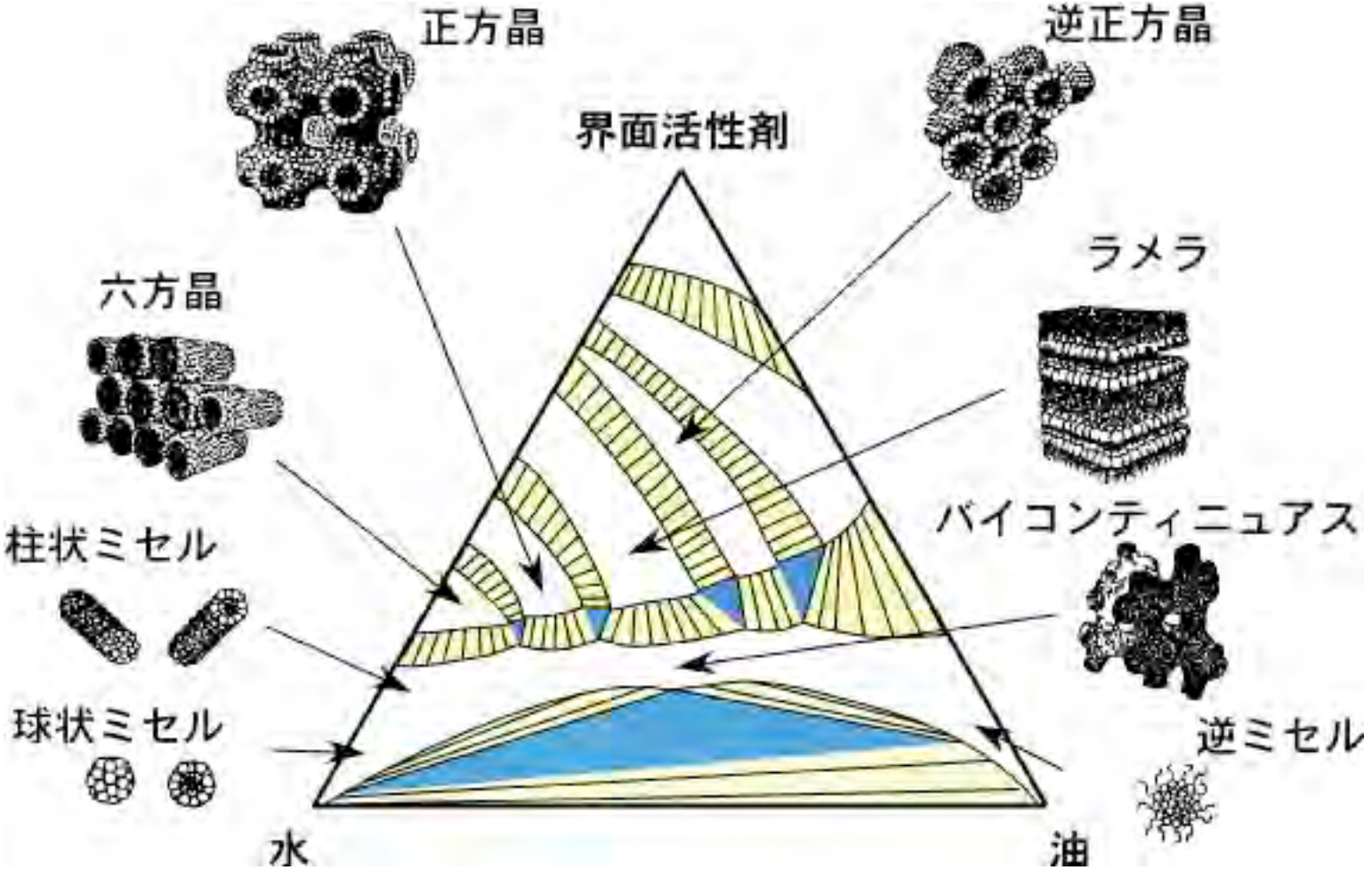


汚れが落ちるしくみ

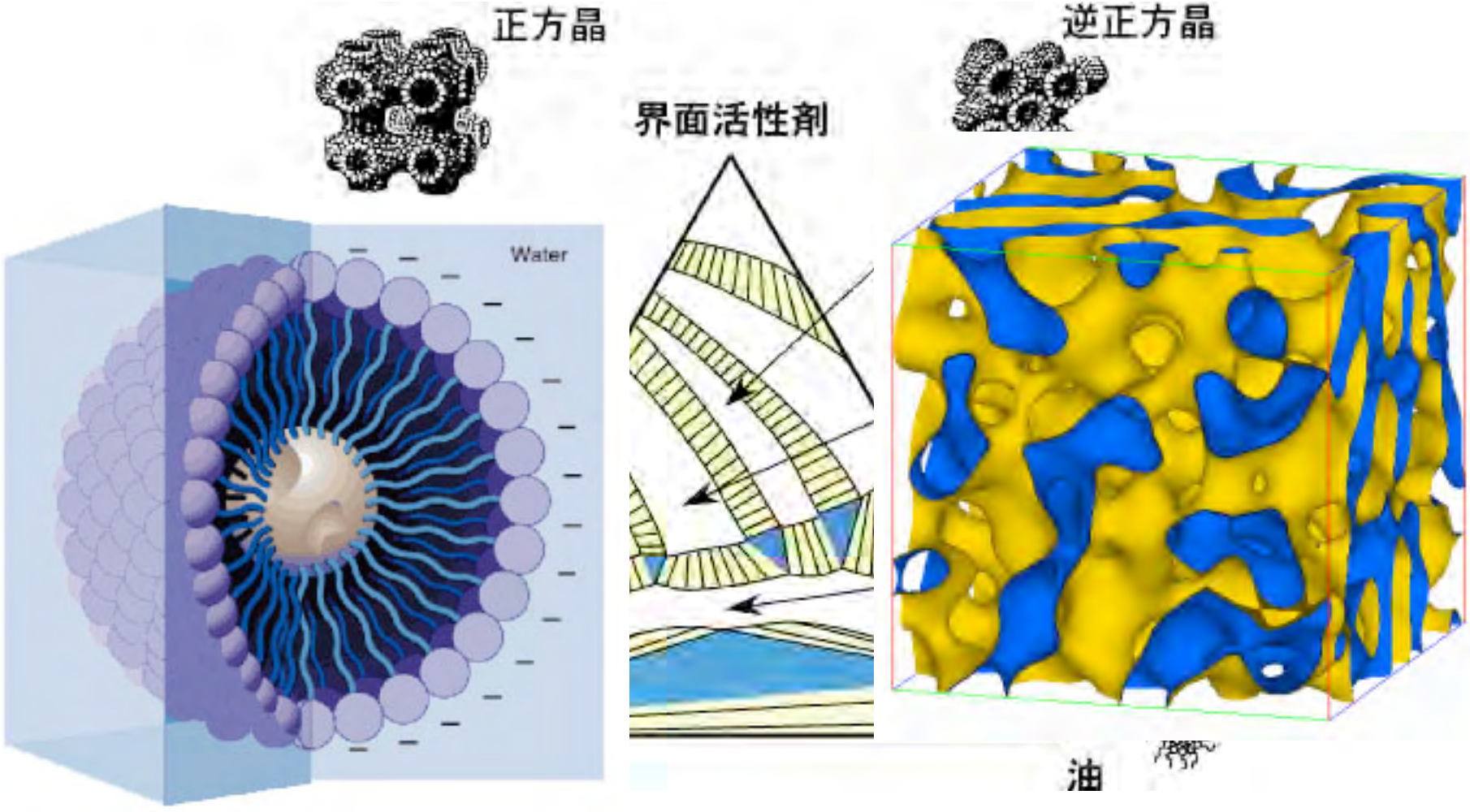


「学校給食ニュース」から

水+油+石けんの作る構造



水+油+石けんの作る構造



SHISEIDO
NEWS RELEASE

資生堂、濡れた手でも使える新規クレンジングオイルを開発

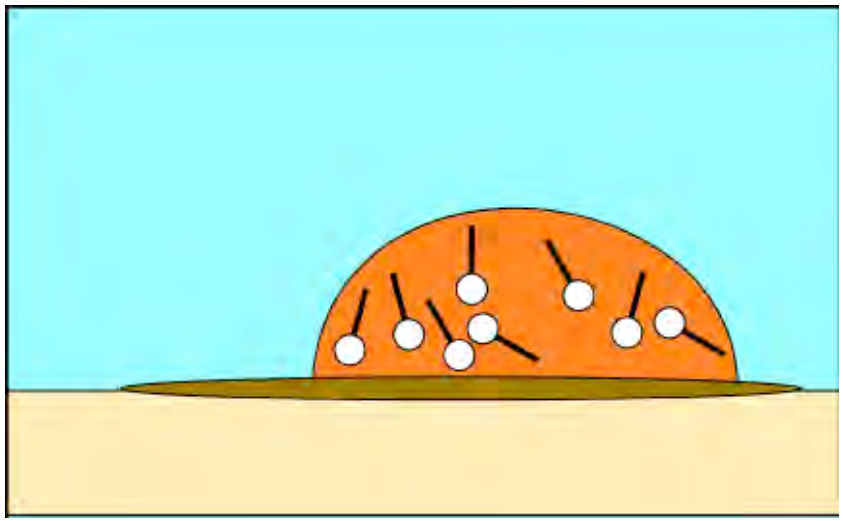
～高いメーク落とし効果とすっきりとした洗いあがりを両立～

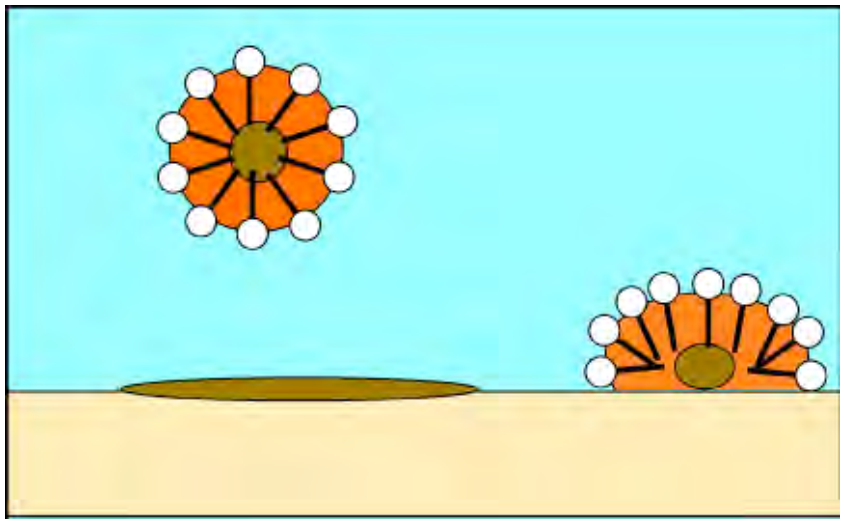
資生堂は、従来の一般的なクレンジングオイルの弱点であった「濡れた手で使用すると白濁しメーク落とし効果が低下する」、「洗いあがりがさっぱりしない」などを解消するため、界面活性剤の水と油に対する溶解状態を自在にコントロールする新手法を確立し、濡れた手で使用しても白濁せず、高いメーク落とし効果と洗い上がりのさっぱり感とを両立させた新規クレンジングオイル基剤の開発に成功しました。2 月 21 日発売の「ティス ツーウェイオフオイル 150ml 980 円（税込 1,029 円）、230ml 1,200 円（税込 1,260 円）」をはじめ、順次、新規開発基剤を活用した商品を拡大していきます。

http://www.shiseido.co.jp/releimg/1159-j.pdf

オイルタイプメーク落としの特徴

オイルタイプのメーク落としは、高い洗浄力の反面、「濡れた手で使用すると白濁しメーク落とし効果が低下する」、「洗いあがりがさっぱりしない」など、入浴時に使用したり水で洗い流す場合などにオイルタイプ特有のデメリットがあり、その改良が課題となっていました。

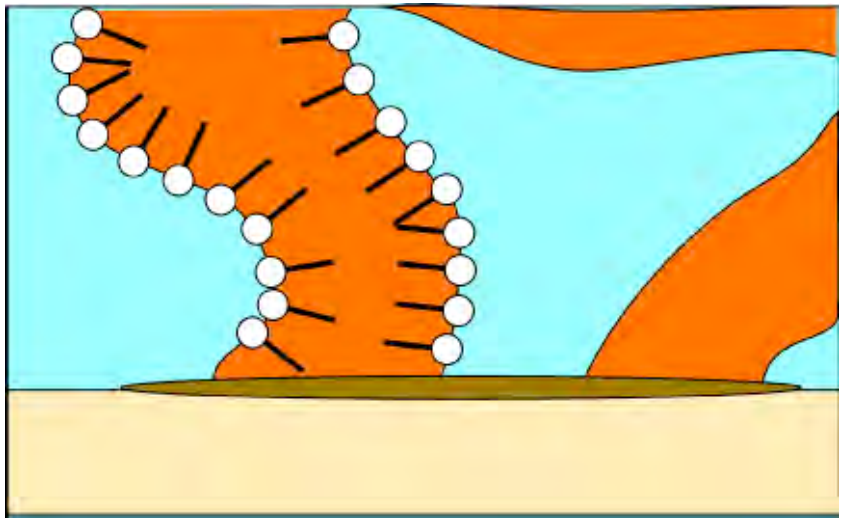


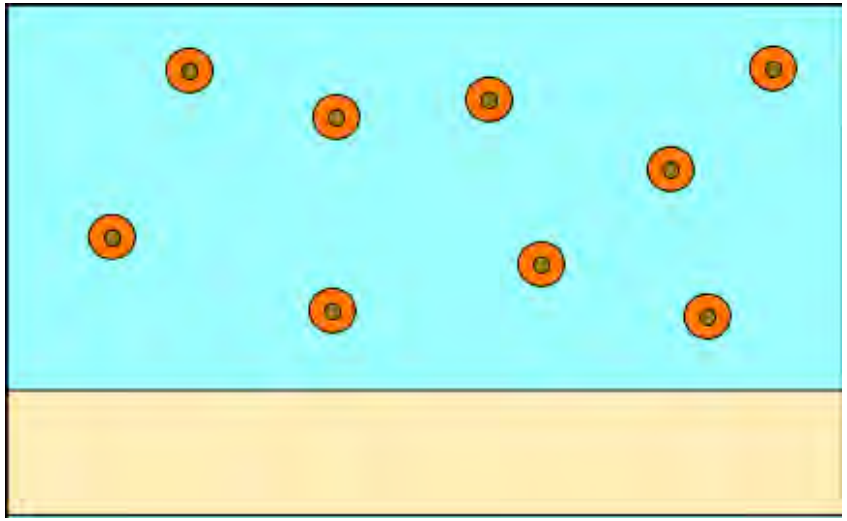


資生堂のホームページより

バイコンティニュアス構造

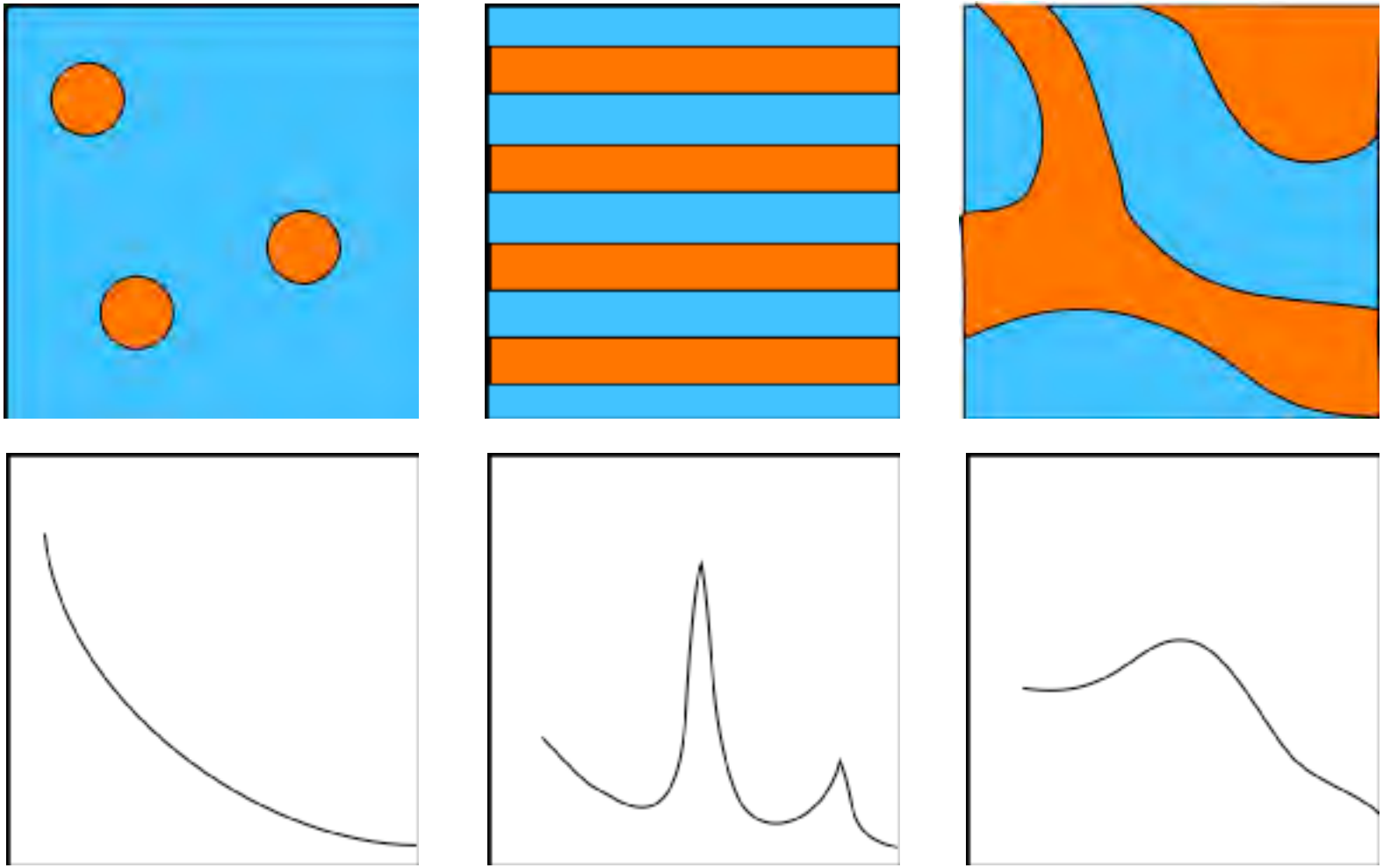
この新手法によって開発した新規クレンジングオイル基剤は、お風呂場など濡れた手で使用するときには、水とオイルがそれぞれに連続的かつランダムな層をつくるように界面活性剤が働きます（バイコンティニュアス構造※2）。このバイコンティニュアス構造下では、通常の「大きな油滴」が水中に生成された状態とは異なり、白濁することもなく、オイルは常に肌表面と直に接することができるために、メークとすばやくなじみオイルの中にメーク汚れを溶かし込みます。





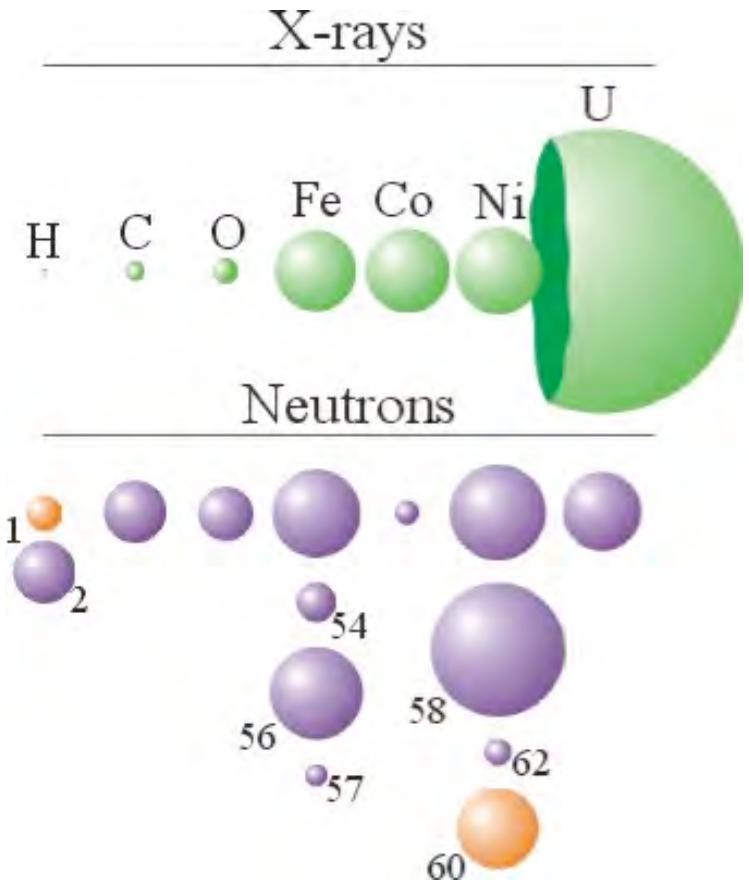
中性子散乱で区別できる

ミセル　　ラメラ　　バイコンティニュアス

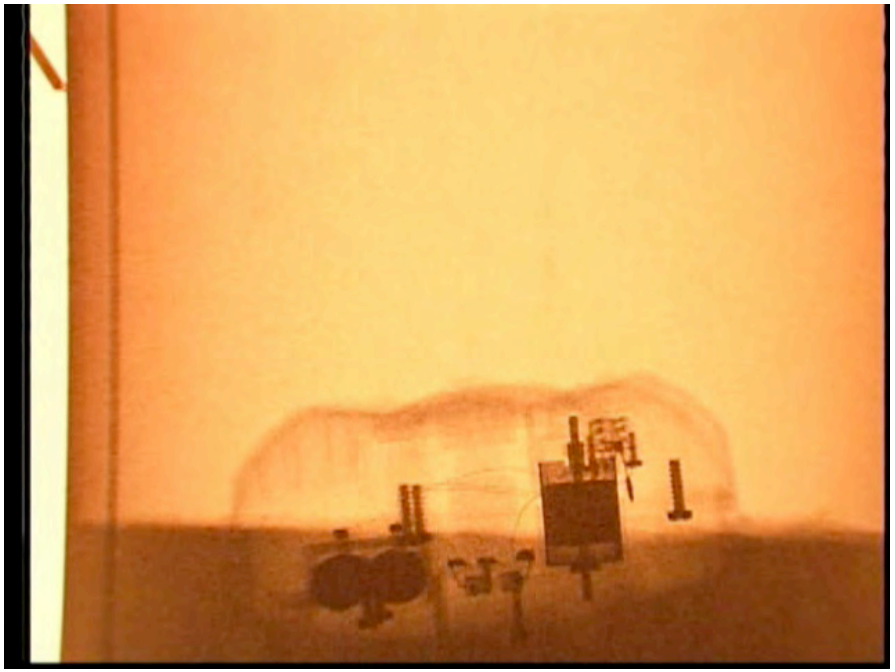


中性子とは？

構造
電荷0
磁性
スピン1/2
What atoms are
原子の位置
What atoms do
原子の運動
運動
質量 1u
1.8Å~293 K

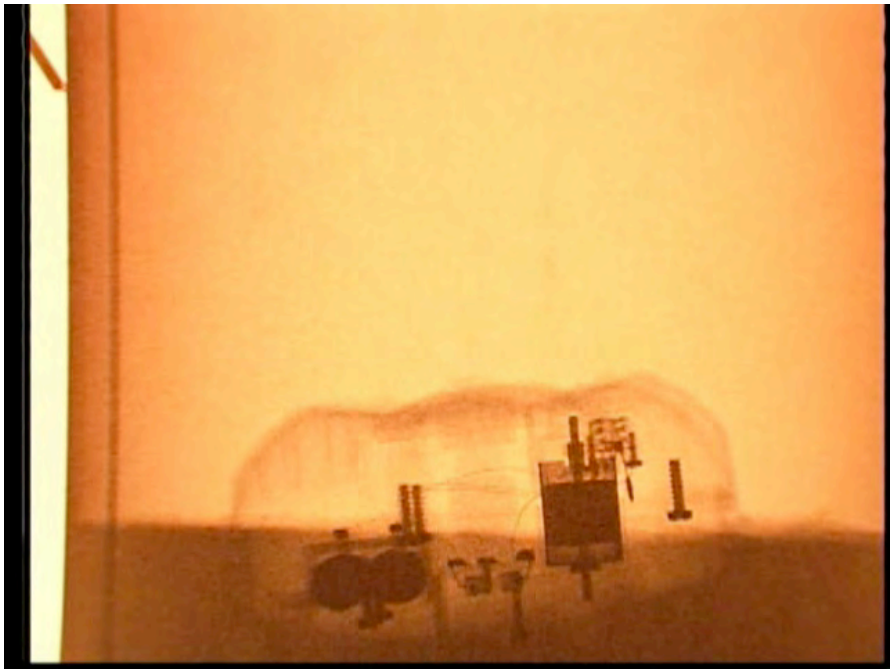

X-rays
H
C
O
Fe
Co
Ni
U
Neutrons
1
2
54
56
57
58
60
62

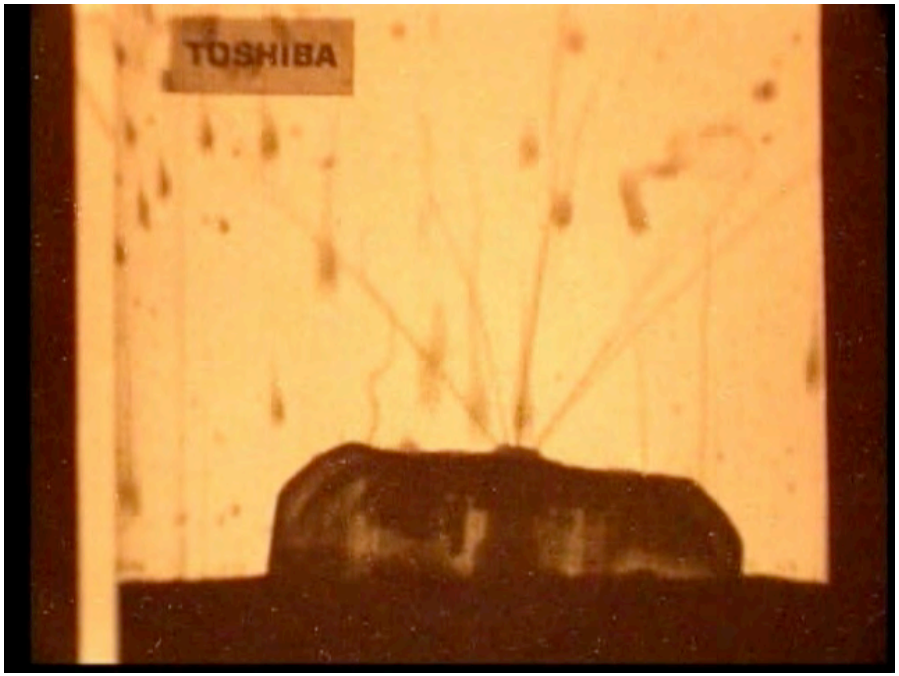
X線と中性子



画像提供：㈱東芝

X線と中性子

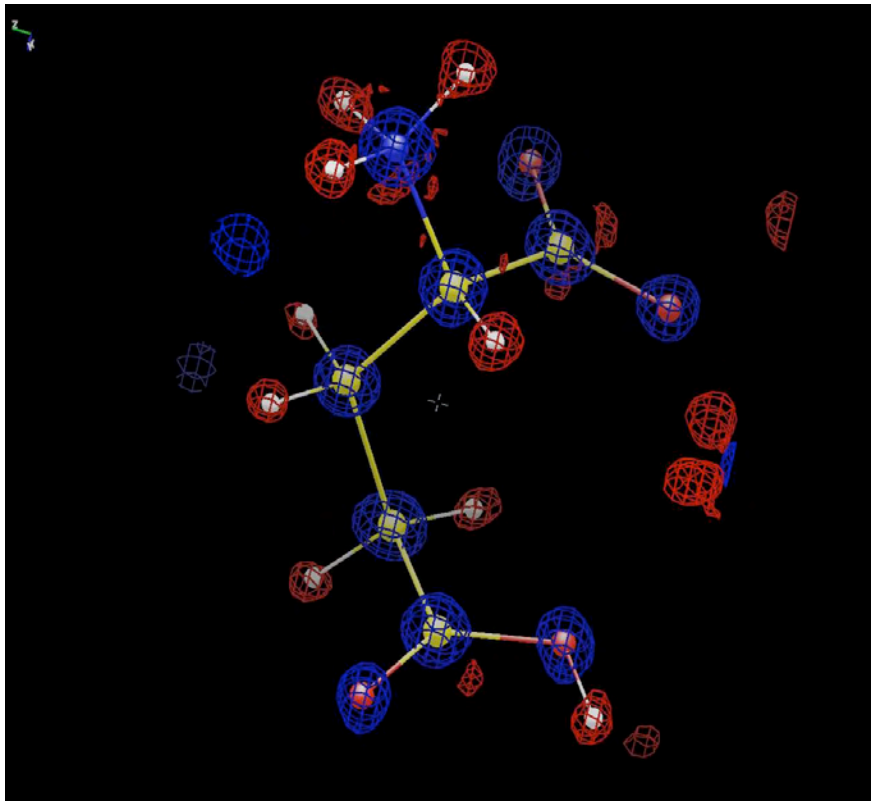




画像提供：㈱東芝

中性子で見えるもの

ユリの花

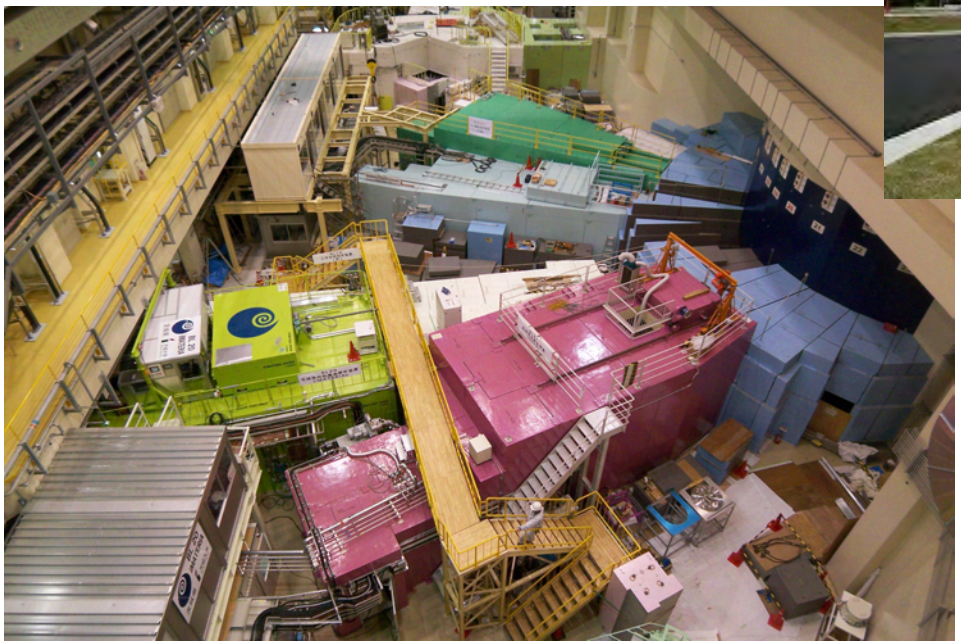


グルタミン酸

パルス中性子の発生方法

J-PARC

物質生命科学実験施設



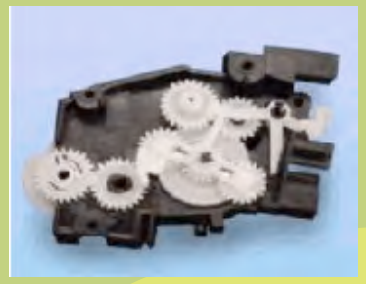
やわらかな物質=ソフトマター

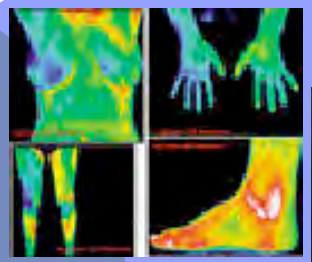
高分子

液晶

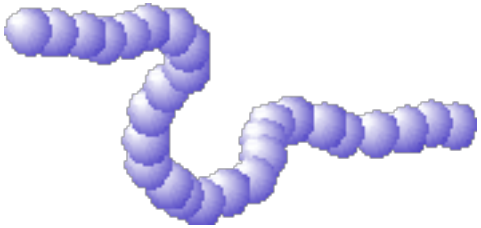
両親媒性分子

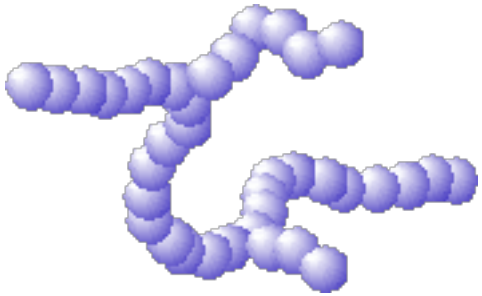
コロイド

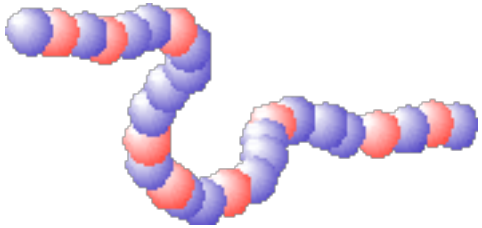


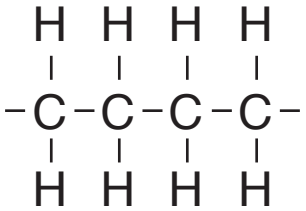


高分子

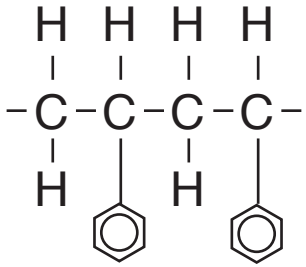




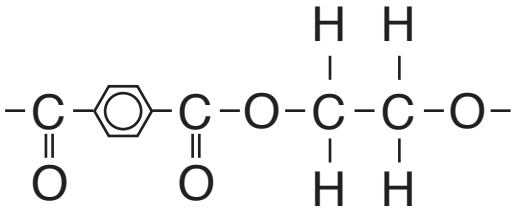




ポリエチレン
(PE)



ポリスチレン
(PS)

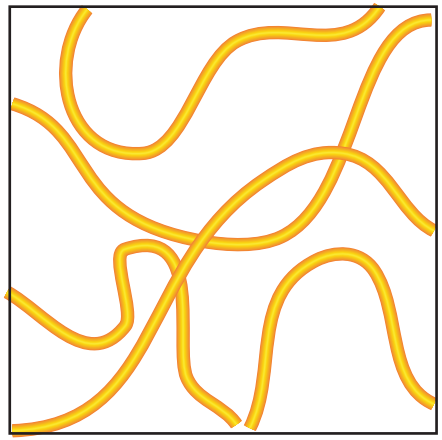


ポリエチレン
テレフタレート(PET)

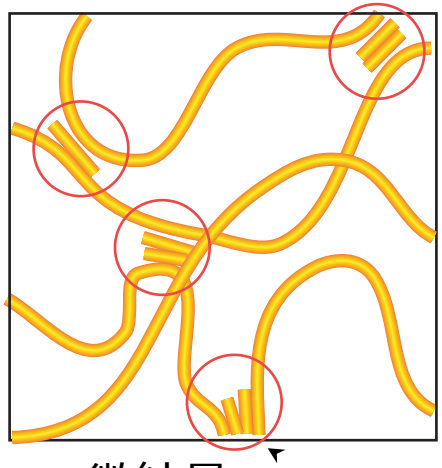
コンニャク

高分子とゲル

線状高分子



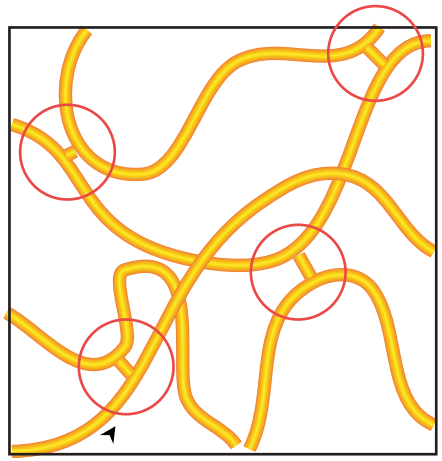
物理ゲル



微結晶

ゼラチン
こんにゃく
ナタデココ

化学ゲル



共有結合

架橋点

高吸水性ゲル
ソフトコンタクトレンズ

つめかえ用
ボトルよりたっぷりでお得
NEW
アリエール
ジェルウォッシュ
10% パワーアップ
パイプユニッシュ
強力ジェル
毛髪を溶かし汚れも防ぐ!
大人用
お買得
12+4枚
熱さまシート
冷感持続ツブ配合!
色が変わるとカビとり終了!
ゴムパッキンのカビもこすらず落ちる
強力分解
マンナンライフ
蒟蒻畑
おいしくて おなかも キレイ
アロエリーナ
消臭ビーズが効く!
微香で しっかり消臭
大容量 350g
微香空間
185g
シュワシュワすっぱい
スキッとしっかり落とせる
メイク落としジェル
ジェルで浮かせて
グミ100
MUSCAT GUMMY
マスカット
果汁100%
グミ100
ORANGE GUMMY
MOIST
イチゴプリン
04.1.12
CalorieMate
JELLY
APPLE
AJINOMOTO
amino VITAL
アミノバイタル
クイック リフレッシュ
アミノ酸1500mg
薬用
グミ100
PINEAPPLE GUMMY

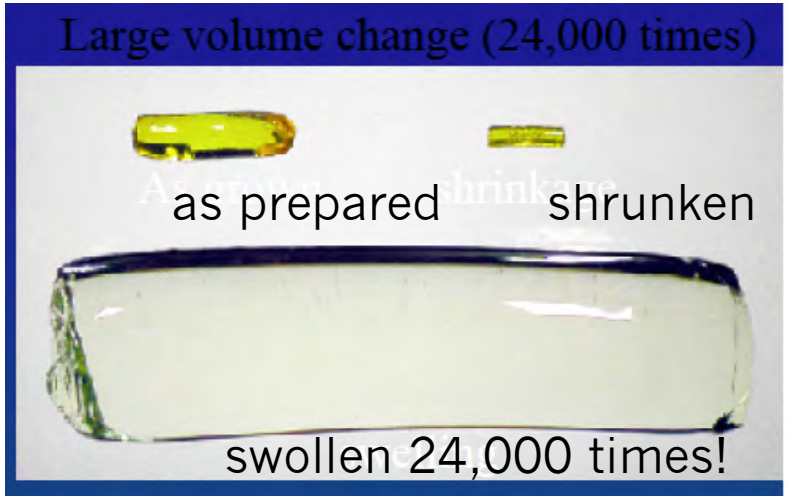
ゲルの切断

コンニャク
（カラギーナン）

コーヒーゼリー
（アガロース）

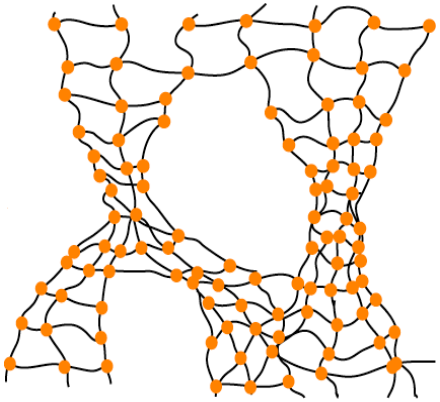
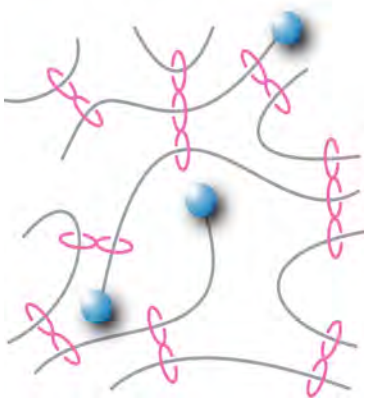
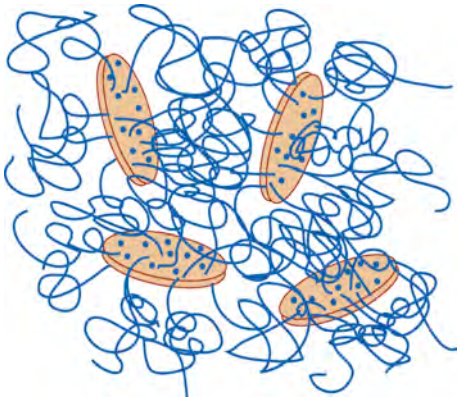
ハイパーゲル

環動ゲル (SR ゲル)

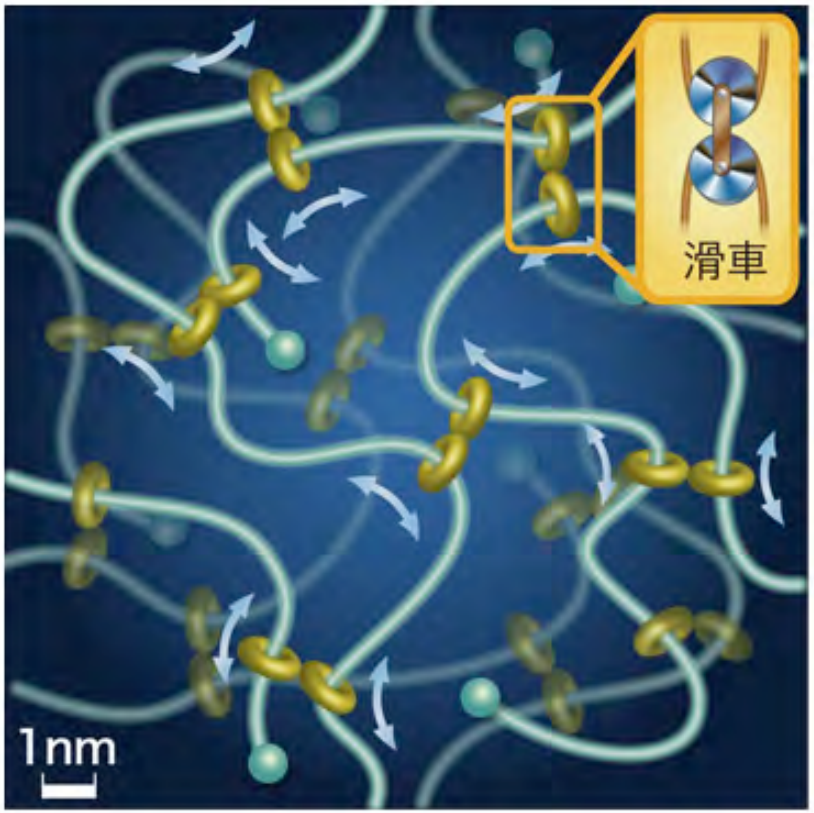


ナノコンポジットゲル (NC ゲル)

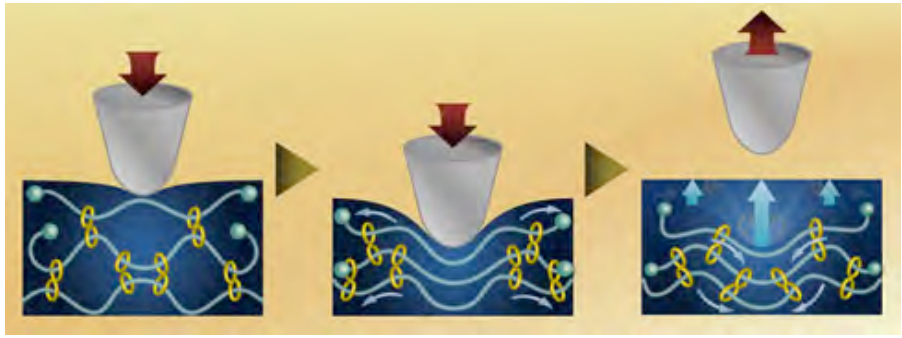
ハイパーゲルの特徴

従来型ゲル (Conv. ゲル)	環動ゲル (SR ゲル)	ナノコンポジットゲル (NC ゲル)
		
点架橋	**可動架橋点**	**面架橋**
食品、 高吸水性樹脂 イオン交換樹脂 化粧品、薬品 保水性、吸水性	携帯電話のコーティング などへの応用研究 高膨潤性、強靱性、 高延伸性	燃えない構造材料 など 強靱性、高延伸性

環動ゲル

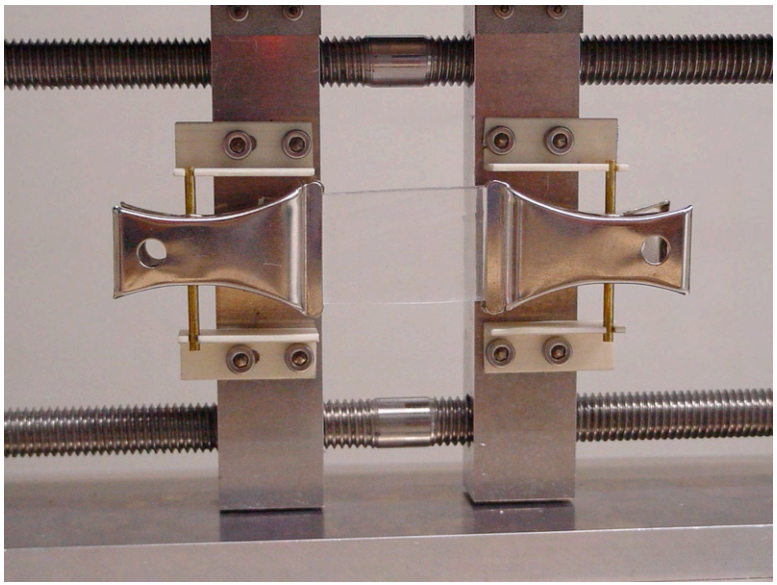


docomo STYLE series N-03B



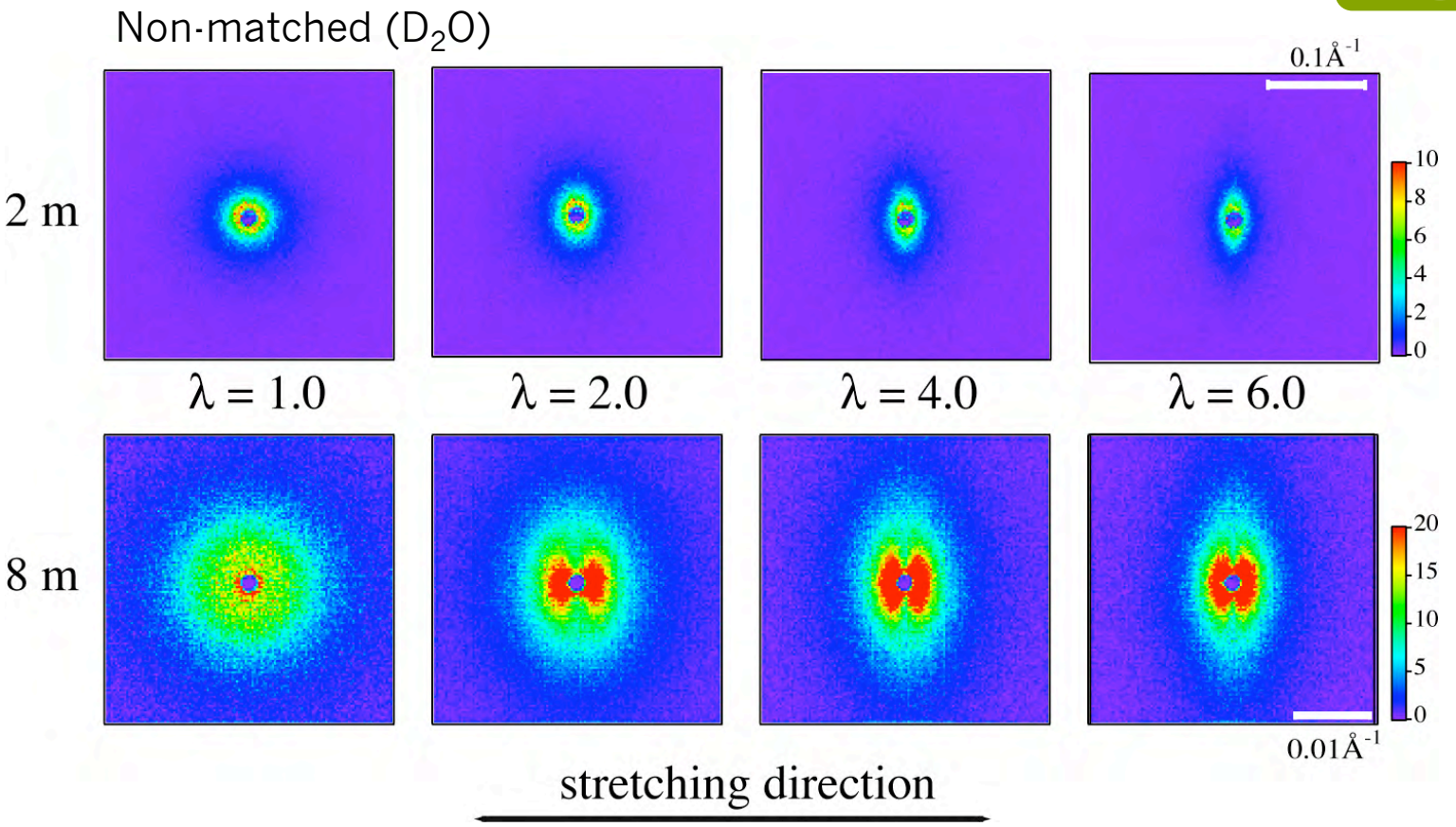
伊藤耕三教授(東京大学)による研究

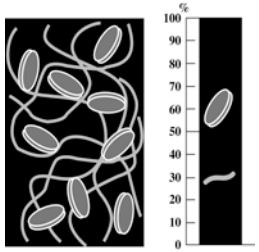
中性子で高分子を見る



柴山充弘教授(東京大学)による研究

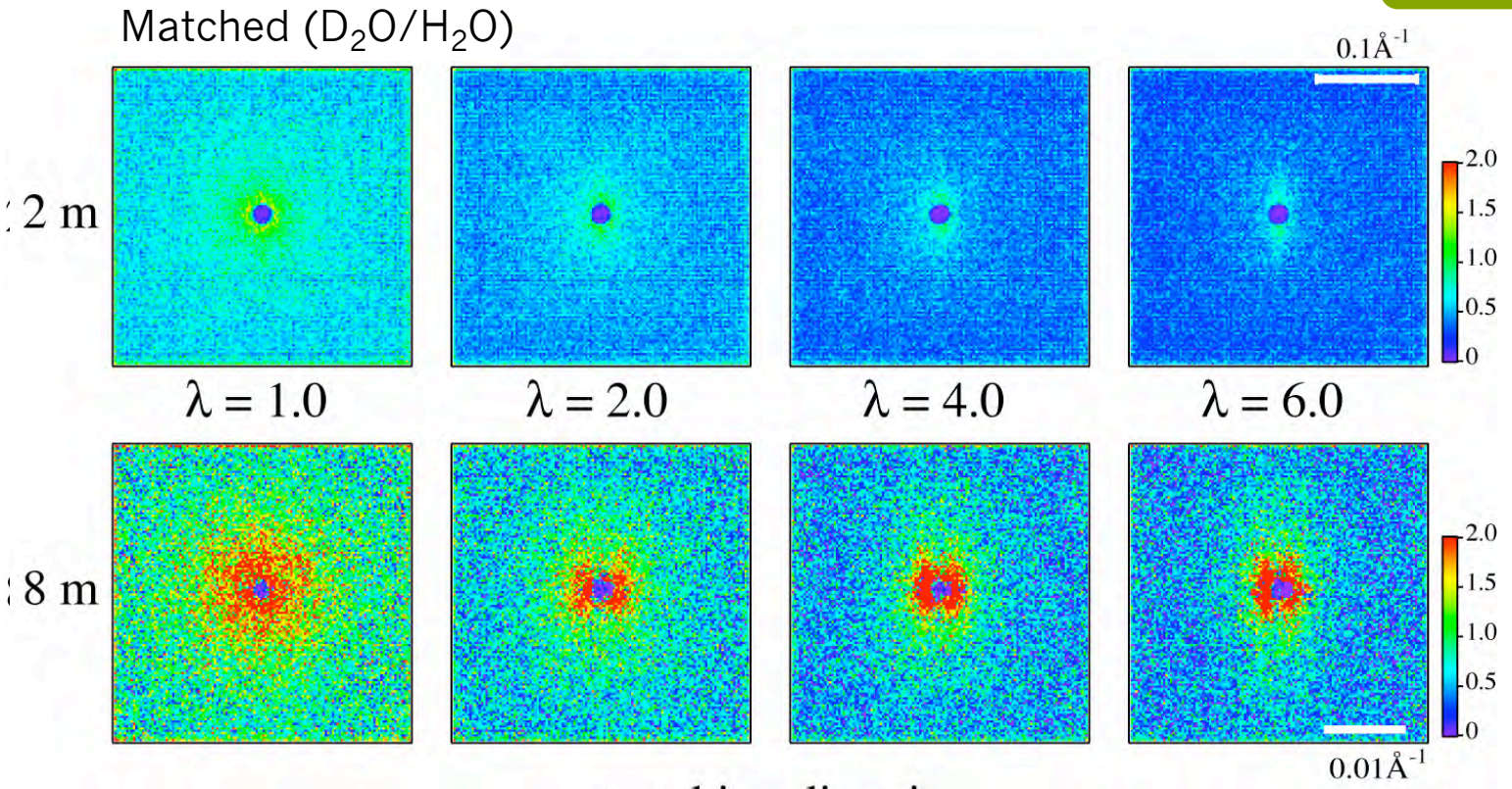
NCゲルの引っ張り挙動

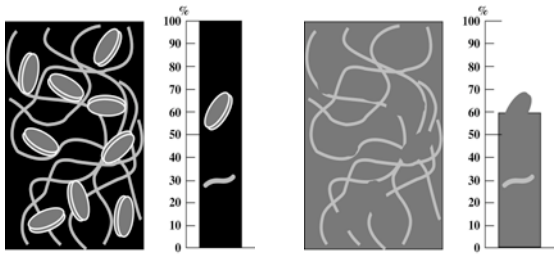




クレイと高分子の両方の変化が
みえてしまう。
クレイの整列？高分子の伸長？

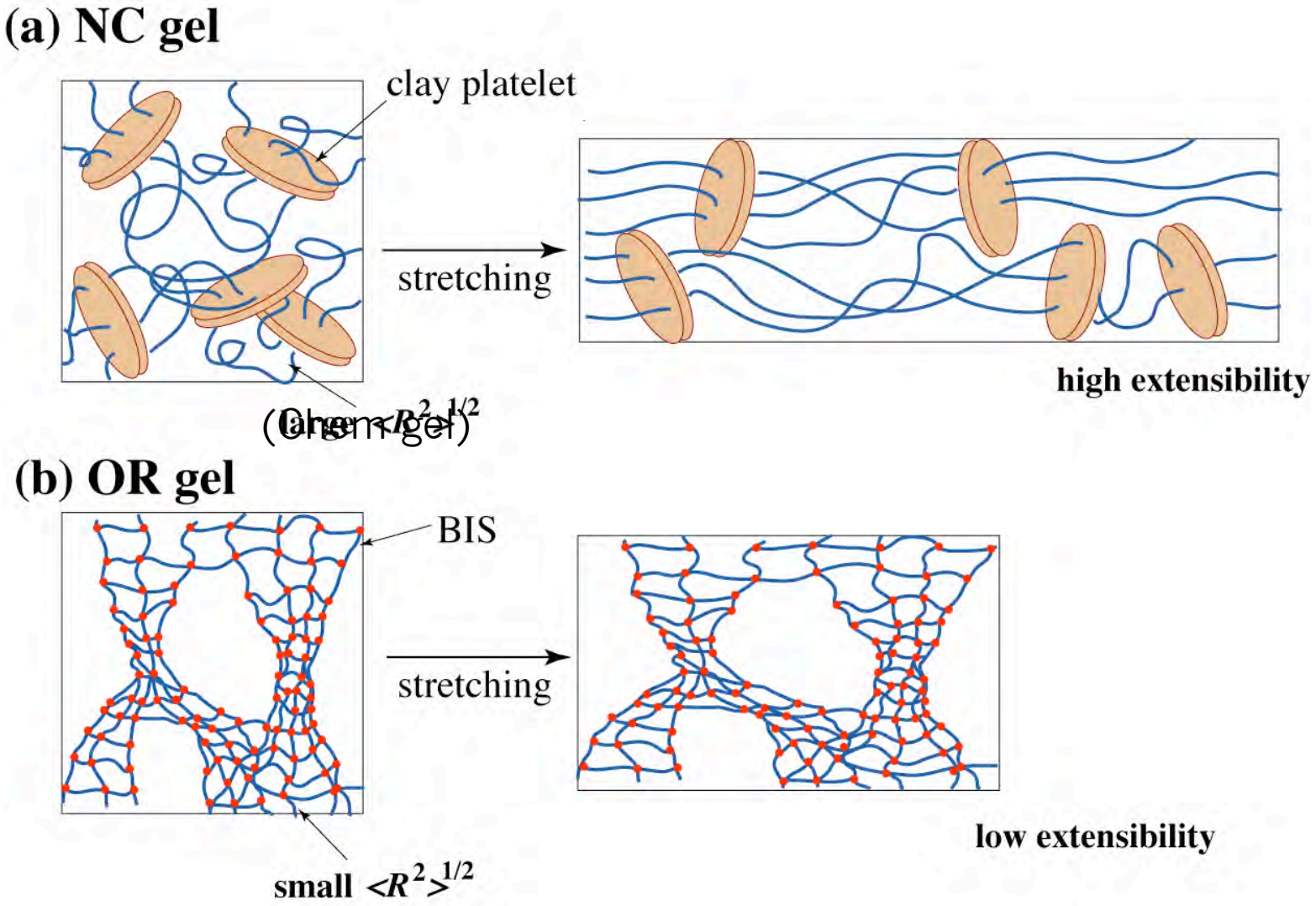
NCゲルの引っ張り挙動



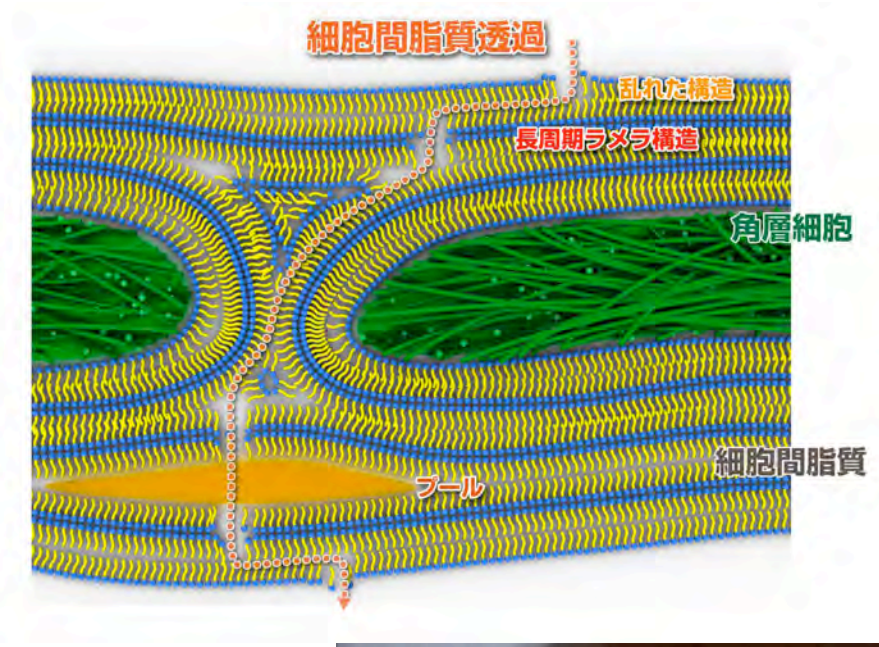


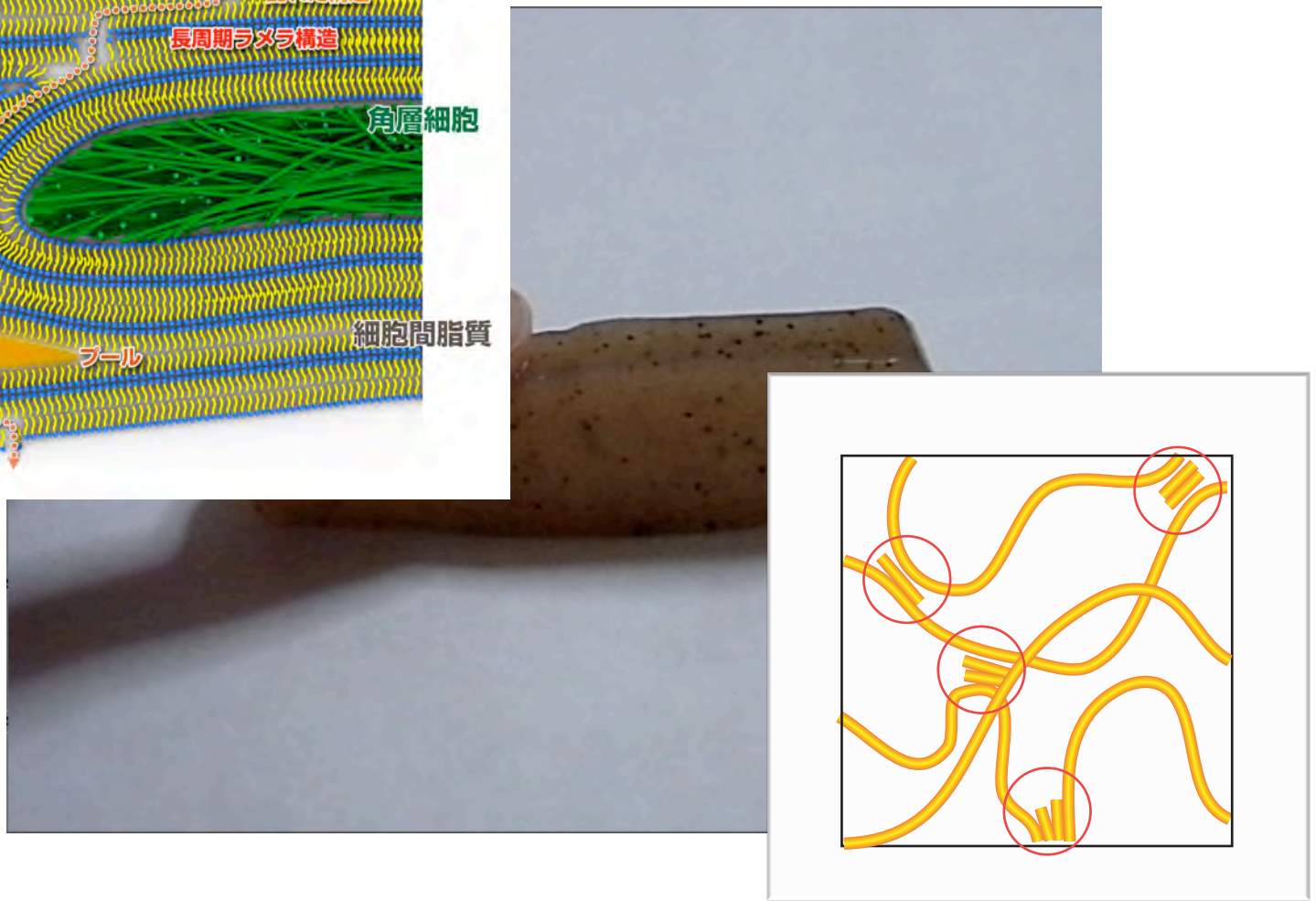
クレイと高分子の両方の変化が
みえてしまう。
クレイの整列？高分子の伸長？
高分子のみの変化をみる。
高分子が引っ張り方向に伸ばされる！

NCゲルはなぜ伸びる？


(a) NC gel
clay platelet
stretching
high extensibility
large $\langle R^2 \rangle^{1/2}$
(Ordinary gel)
(b) OR gel
BIS
stretching
low extensibility
small $\langle R^2 \rangle^{1/2}$

「やわらかいもの」を加速器で見る





おわり