

ソフトな分子集合体 の分析方法

岸川圭希

液晶とは？

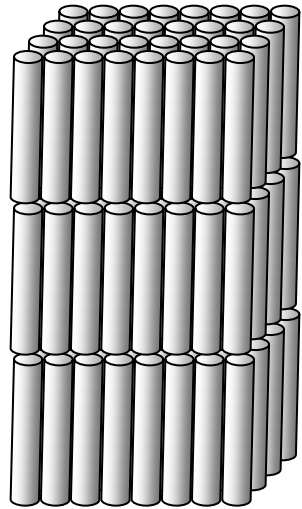
結晶



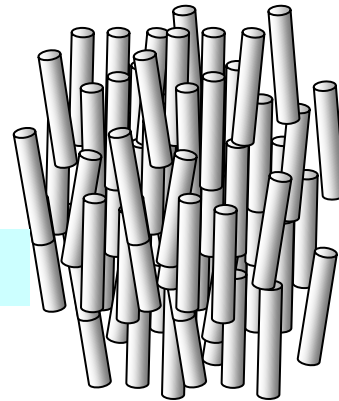
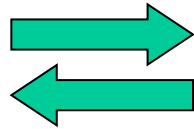
液晶



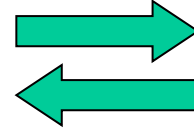
液体



数十kcal/mol



~数kcal/mol



きちんと縦・横・斜めに
規則的に並んでいる。
その場で振動

ある程度規則的

まったくバラバラな
集まり方。

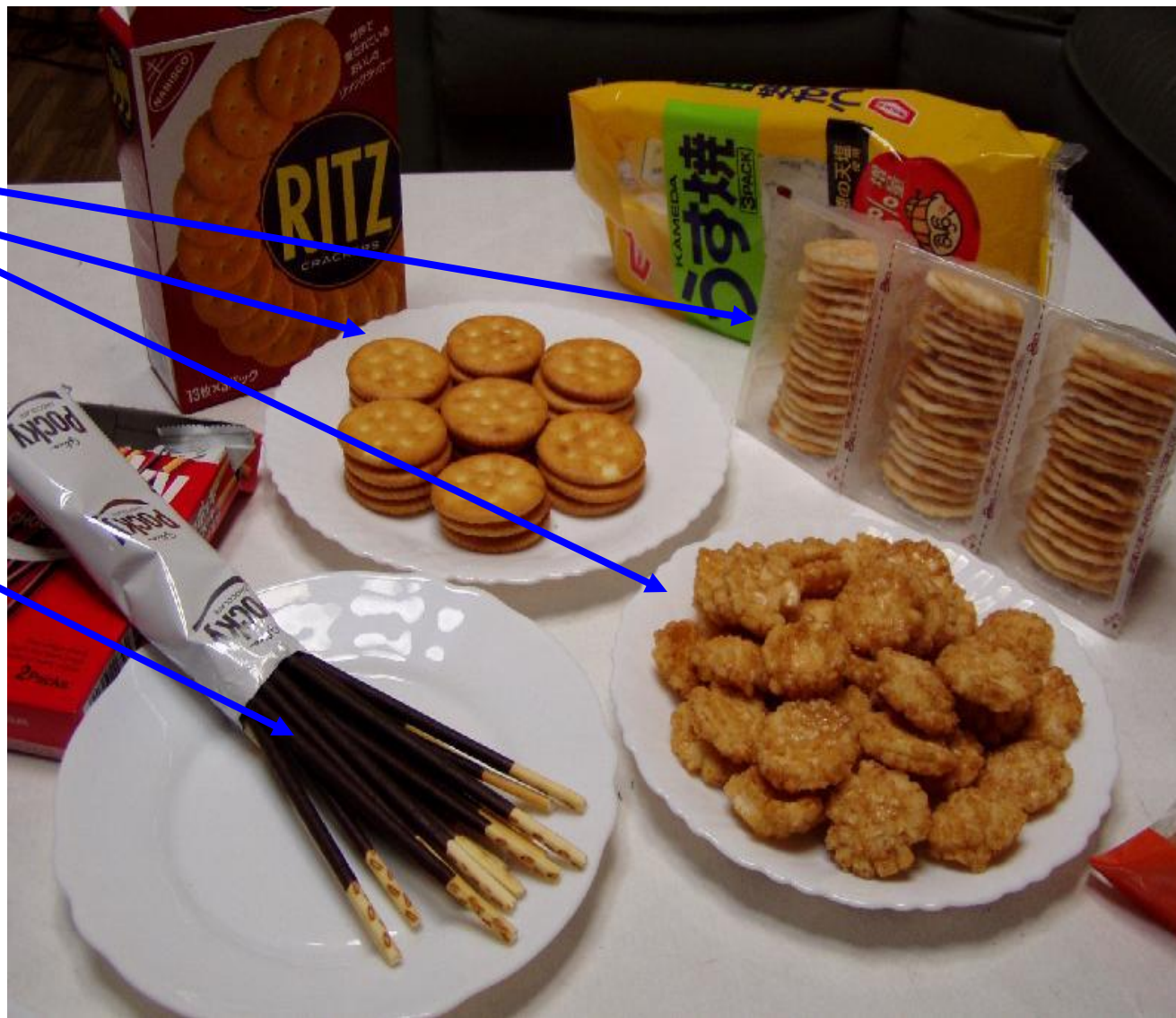
液晶分子の並び方は身のまわりに！

•円盤は互いに面が平行になろうとする。

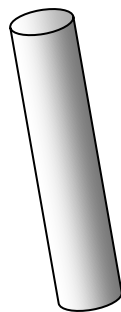
•棒は互いに平行になろうとする。



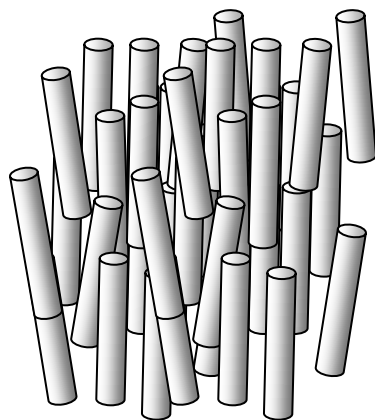
隙間をつくらず、相互作用が働きやすい並び方



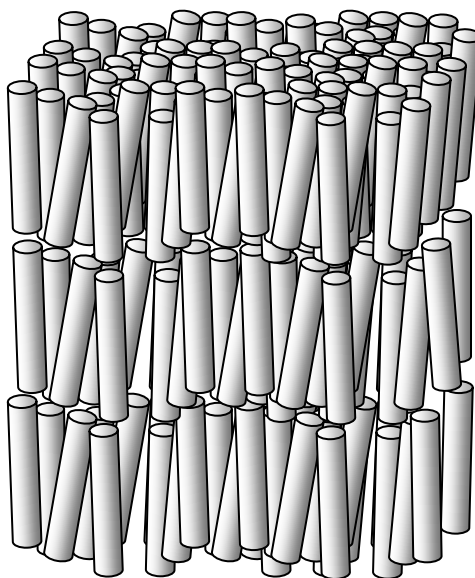
液晶分子の集合状態の種類



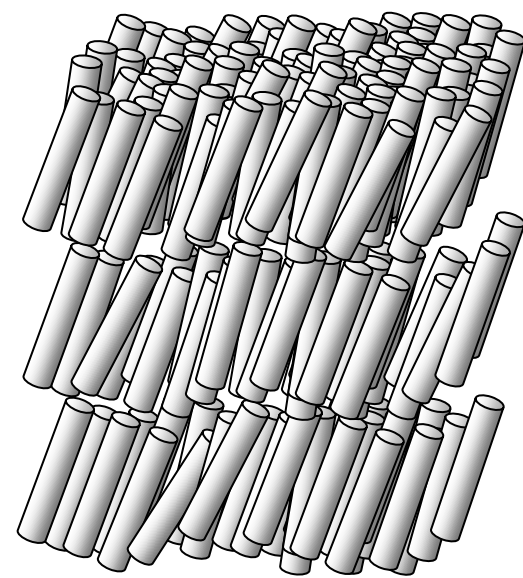
棒



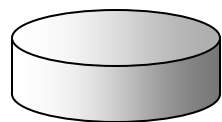
ネマチック相



スメクチックA相



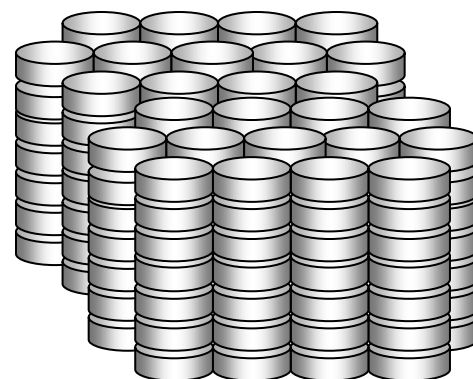
スメクチックC相



円盤



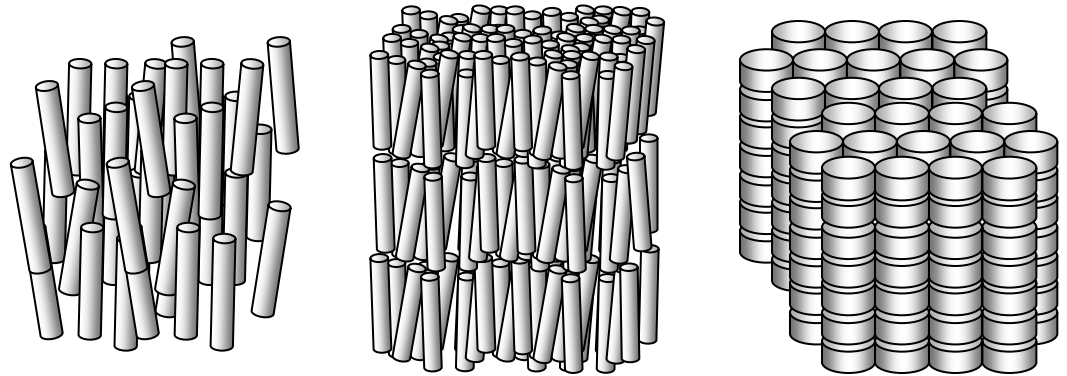
ネマチック相



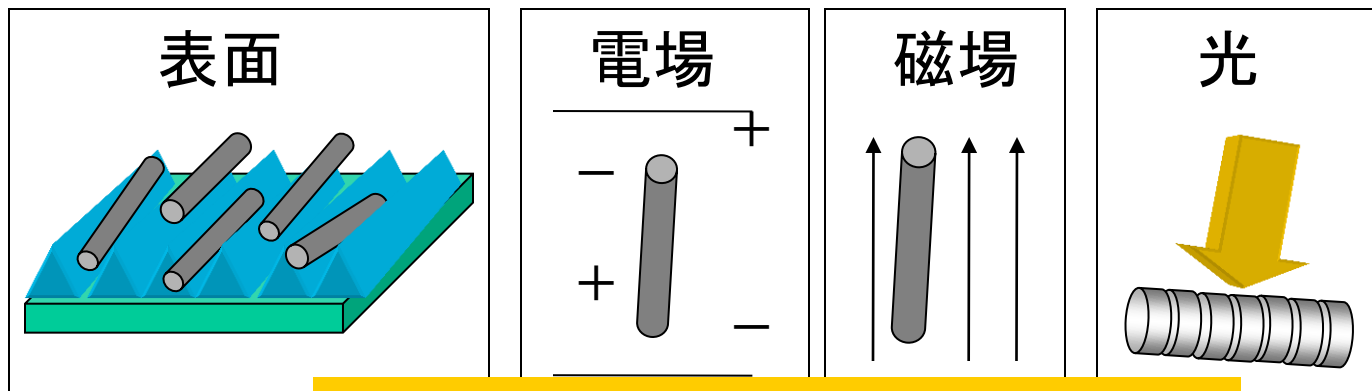
カラム相(柱状相)

液晶分子の面白さはどこにあるのか？

1. 分子が勝手に並ぶ



2. ちょっとしたことでも分子が影響を受ける



圧力

温度

添加剤

分子をリモートコントロールできる

3. 液体なので組織を保ったまま反応が起こる

重合反応

シリカゲルの脱水縮合

立体選択的反応

偏光顯微鏡觀察

相の鑑定（できるだけ薄い膜が良い。）

N：ちらついている。水平配向で、Schlieren模様になり、2 brushと4 brushの両方がでる。垂直配向で、ホメオトロピック（均一に真っ暗だが、ちらつきがみえる）。

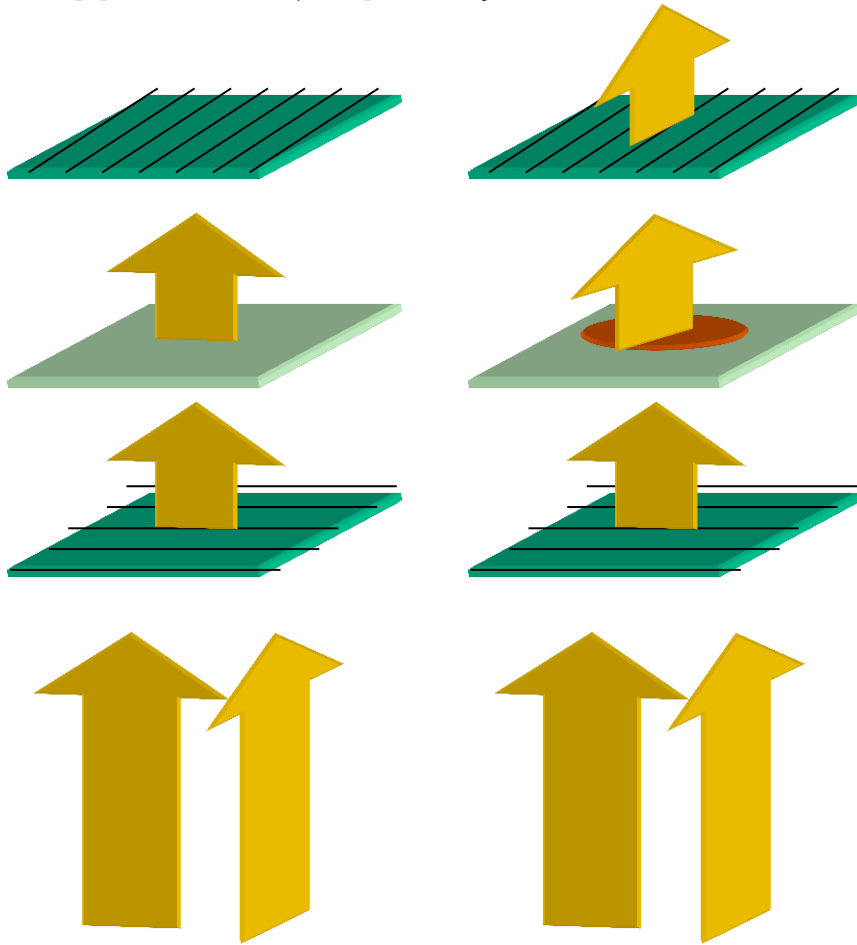
SmA：ちらつかない。水平配向で、扇状やダイヤモンド状の組織、バトネ（等方液体から棒状にでる。）で、暗い線がクロスニコルズに等しい。垂直配向で、ホメオトロピック（均一に暗いが、まったく真っ暗ではない）。

SmC：ちらつかないが、模様が動くことがある。水平配向で、破れ扇状の組織で、暗い線がクロスニコルズからある角度を持っている。ドロップレットに渦巻き状の模様。垂直配向で、Schlieren模様（ネマチックに似ているが、灰色で、ちらつきがない。4 brushのみ。）。N相から出るときは、縞模様が一面に現れる。

SmC_A：ちらつかないが、模様が動くことがある。水平配向で、扇状の組織で、暗い線がクロスニコルズに一致している。水平配向は一見するとA相にみえる。垂直配向で、Schlieren模様（ネマチックに似ているが、灰色で、ちらつきがない。2 brush、4 brush、6 brushと8 brushが現れる。）

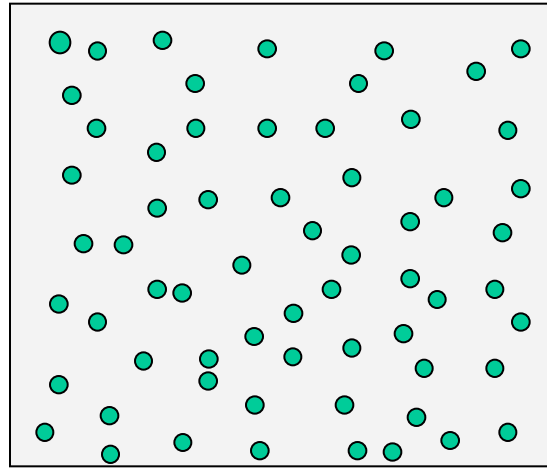
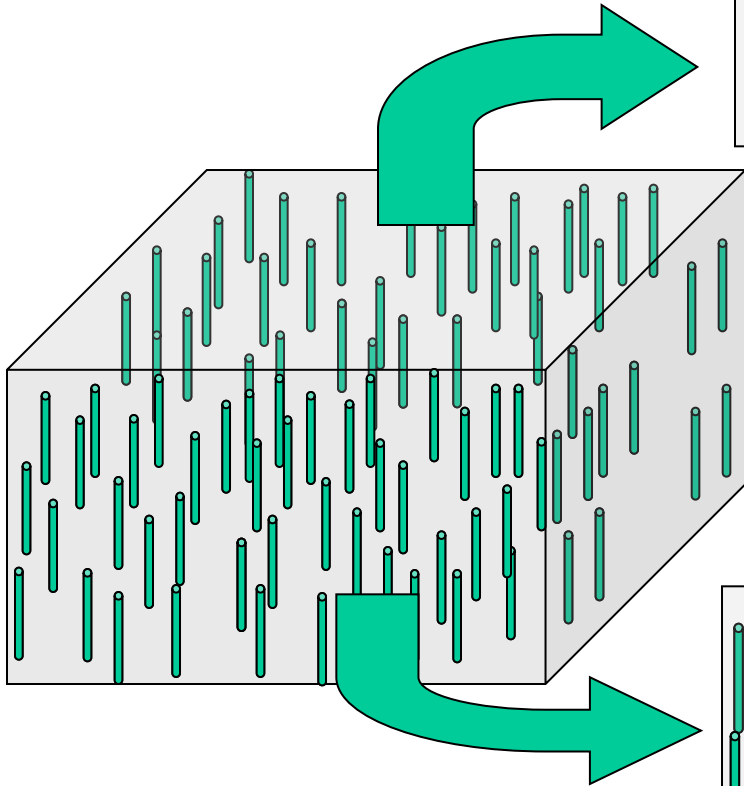
Col相：まったくちらつかない。樹状の成長をする。金属光沢のような滑らかさ。分子の傾きがないと、暗い線がクロスニコルズに等しい。分子が傾いていると暗い線がクロスニコルズからある角度を持っている。ヘキサゴナルの場合は雪の結晶のようにでる。テトラゴナルの場合は90度の角度をもってでる。

偏光顕微鏡



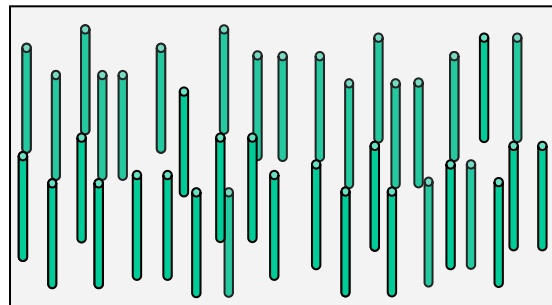
左の図では、一枚目の偏光板で、平面偏光が作られるが、サンプルがない(あるいは等方性な)ので、平面偏光が曲げられずもう一枚の偏光板で通過できない。右ではサンプルが異方性で、偏光の角度を変えるので、縦方向の光の成分ができ、2つめの偏光板を通過できる。

液晶の屈折率 異方性について



上から見ると、分子の頭だけが見え、どちらの方向にも、等方的である。

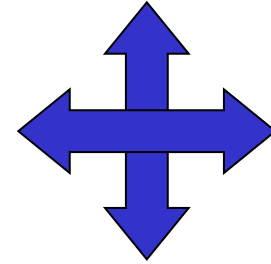
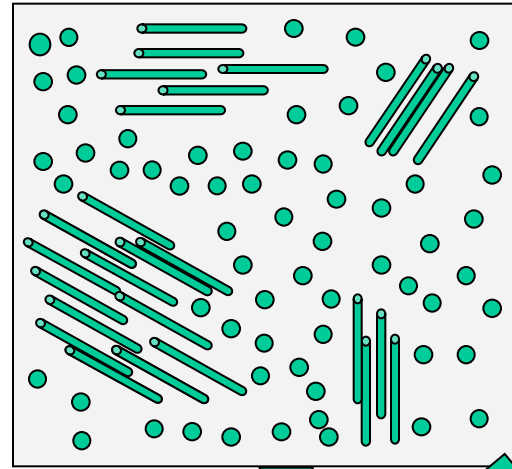
したがって、屈折率の異方性はない。



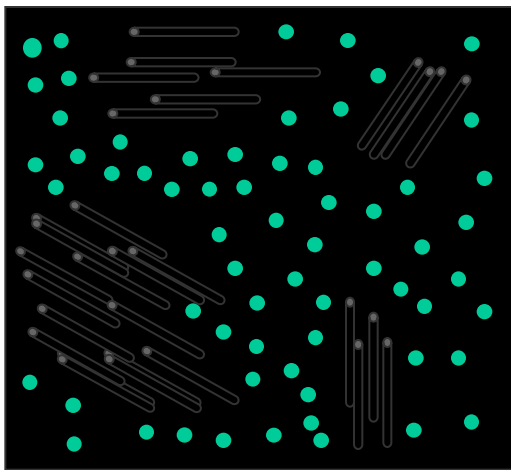
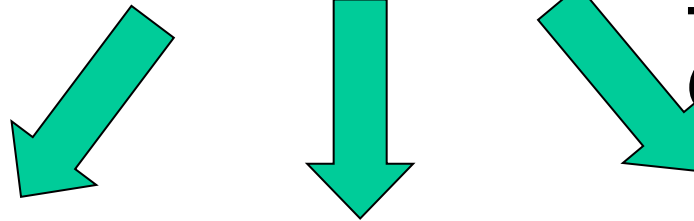
横から見ると、縦方向に分子が並んでおり、屈折率が高いが、横方向は、分子を横切る方向であり、屈折率が低い。

したがって、屈折率の異方性がある。

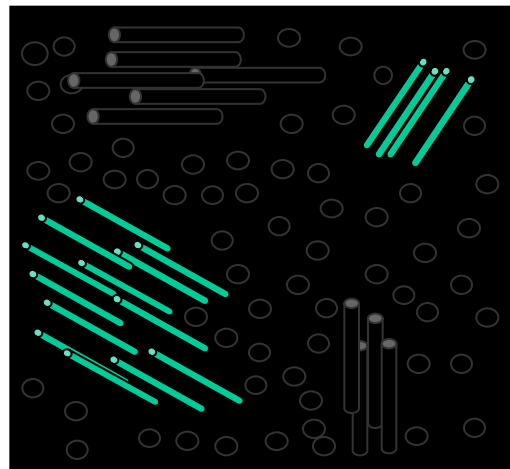
クイズ：偏光顕微鏡ではどう見えるか？



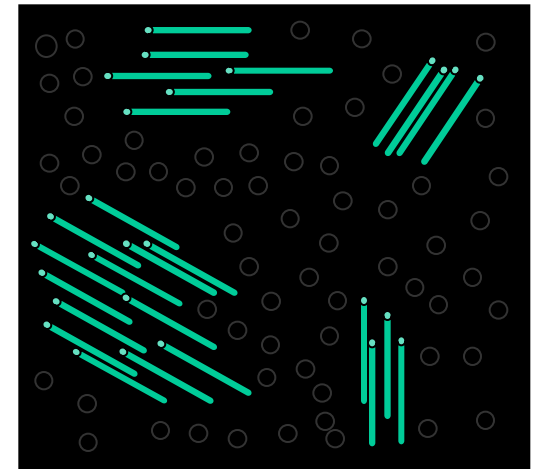
上下の偏光板
の向き



A

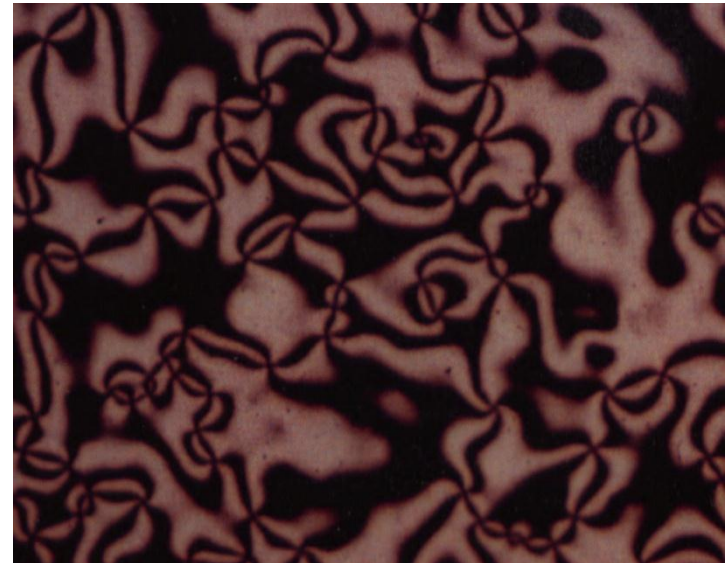
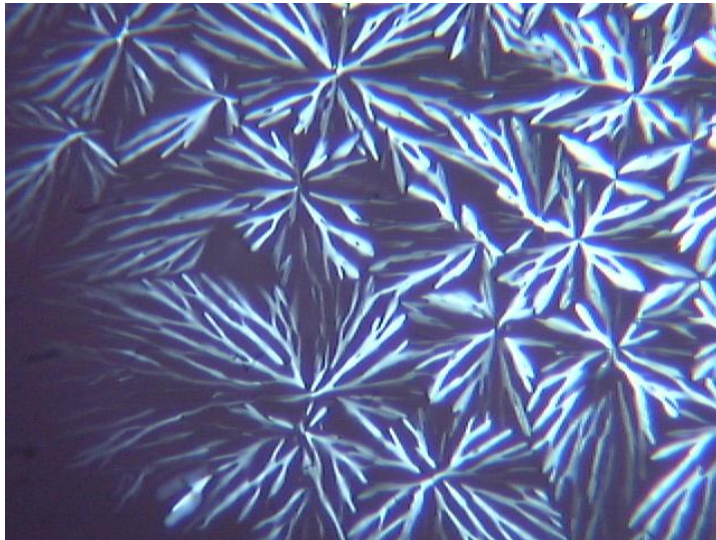
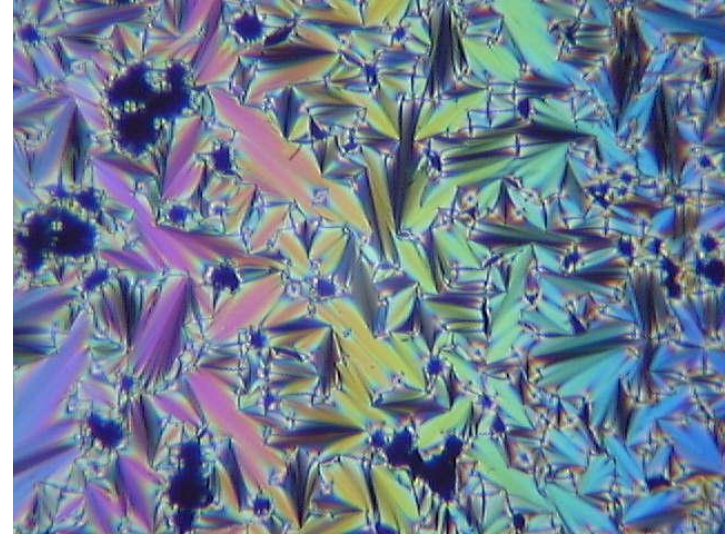
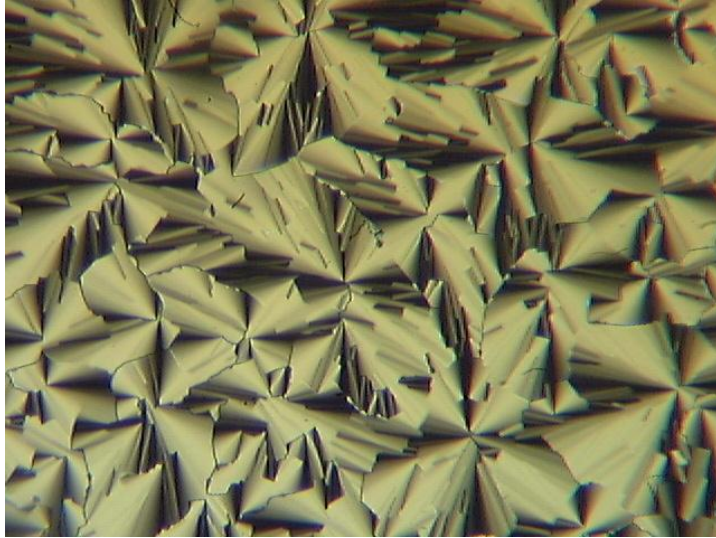


B



C

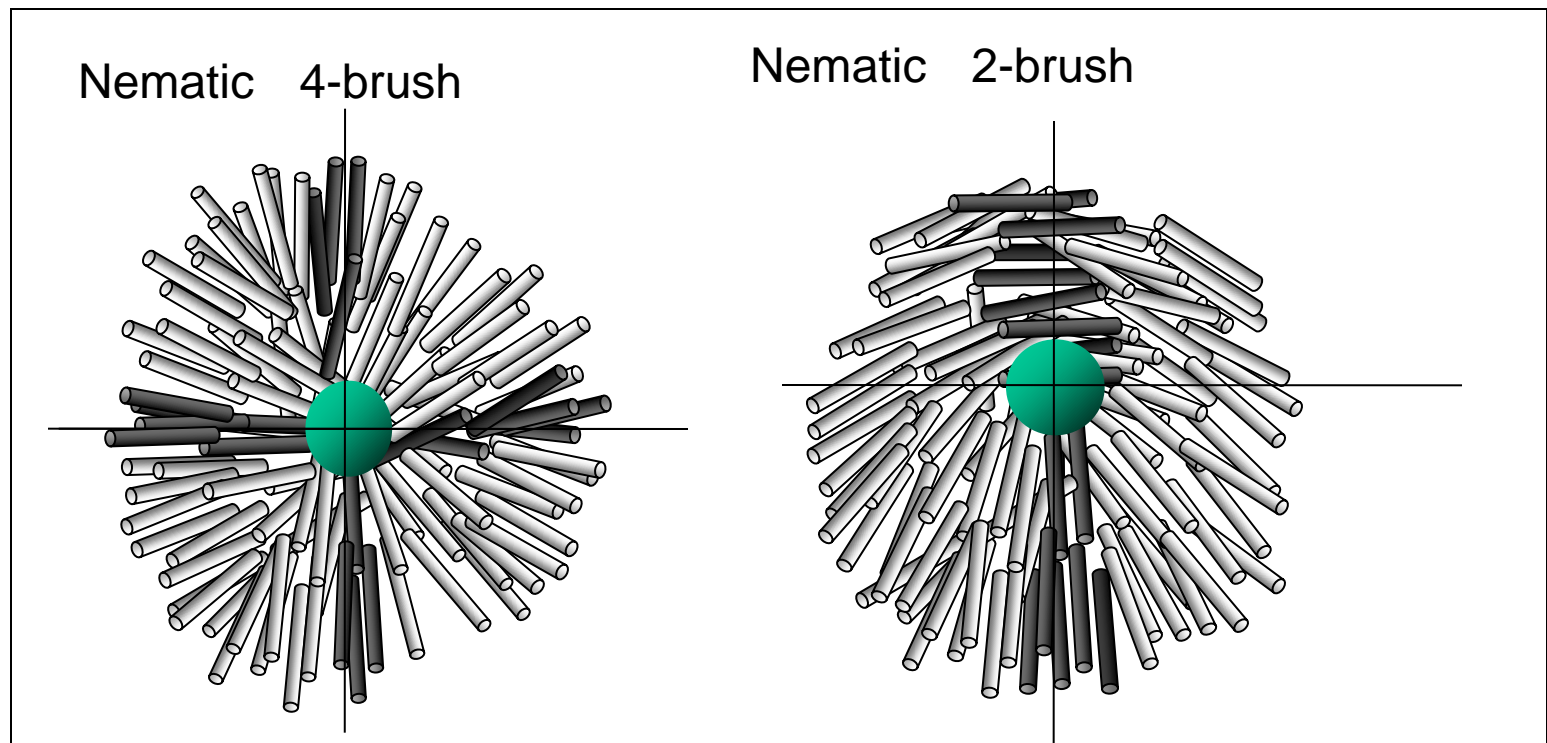
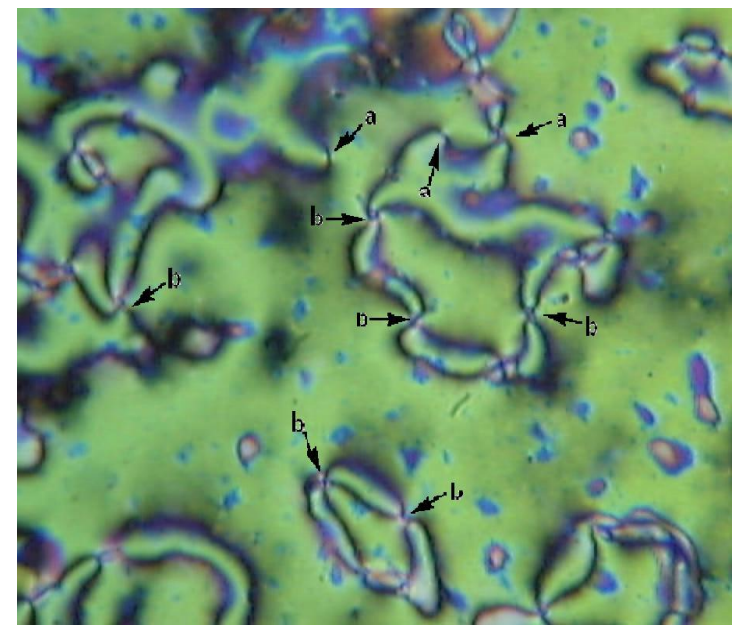
液晶の偏光顕微鏡観察



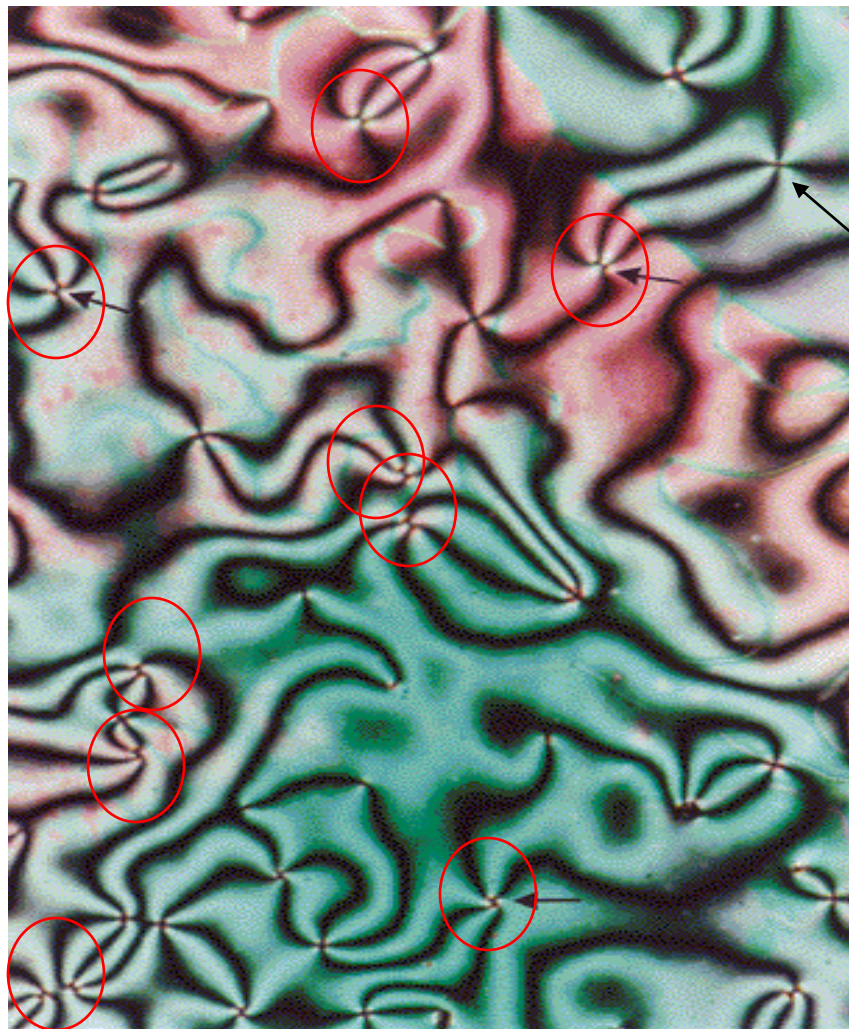
ネマチック相の2-brushと 4-brushに おける分子の並び

ネマチックは、分子がガラス板と平行のとき、schlieren
模様が見え、一点から2つの黒い線がでる2-brushと一
点から4つの黒い線がでる 4-brushがある。これは、下
に示したように、小さなゴミやガラス板の突起などを中
心に分子が並んでいる状態である。

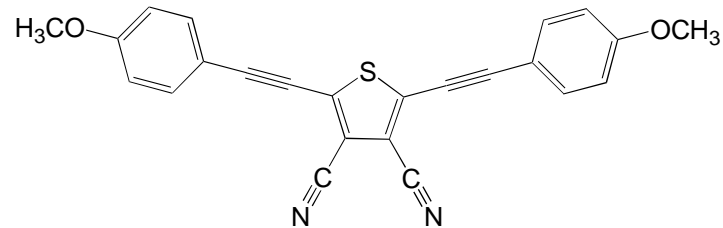
偏光子と検光子のいずれかと平行な 2-brush・・・a
分子の部分は暗く見える。 4-brush・・・b



H型の欠陥 (8dの偏光顕微鏡写真)

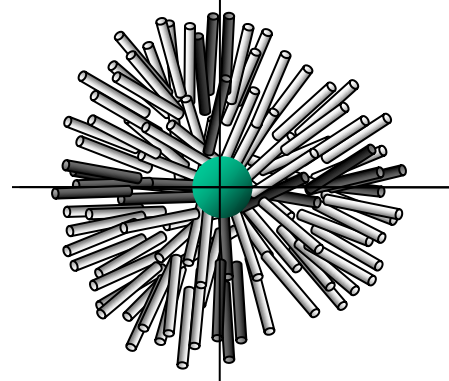


H型の4-brush: 8d、 141°C

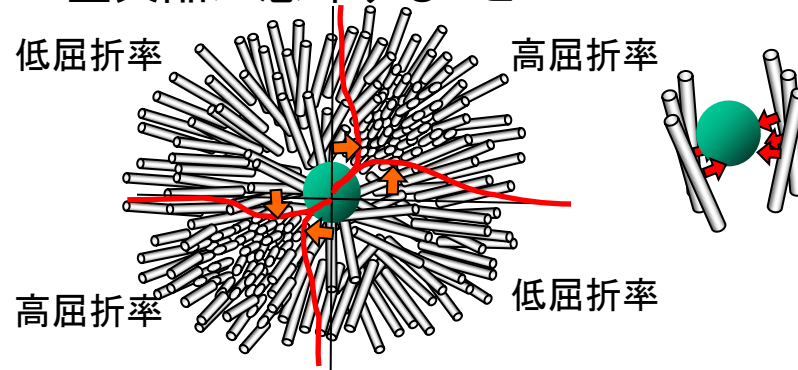


普通の4ブラシ

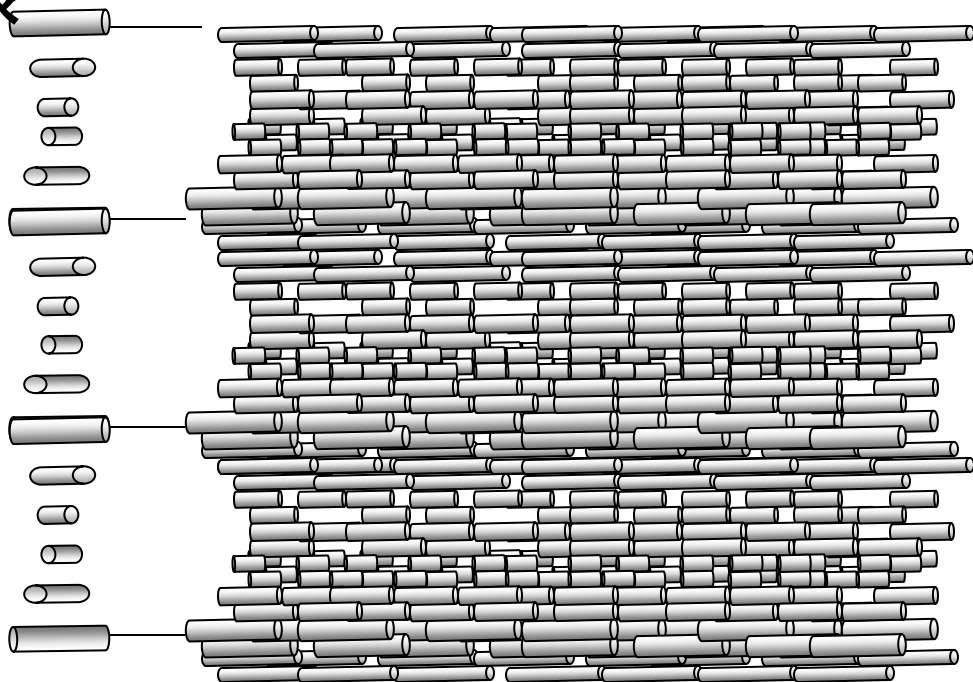
普通の4ブラシ欠陥が意味すること



H型欠陥が意味すること?

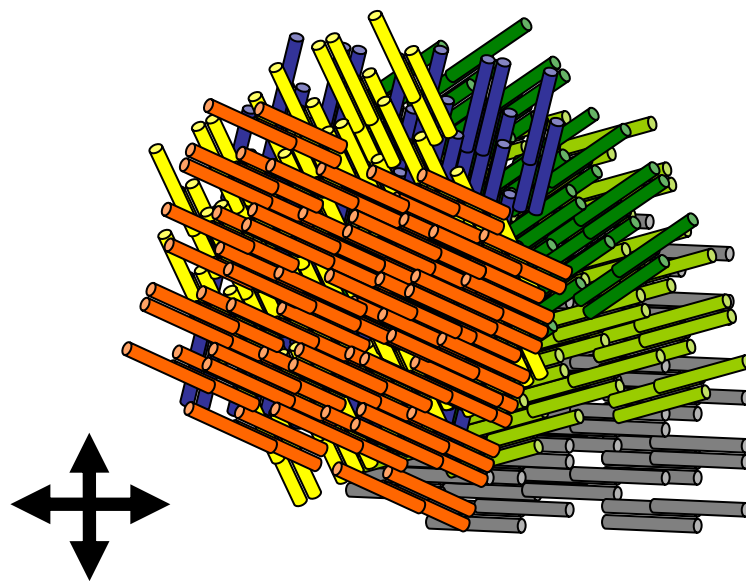


キラルネマチックの模様

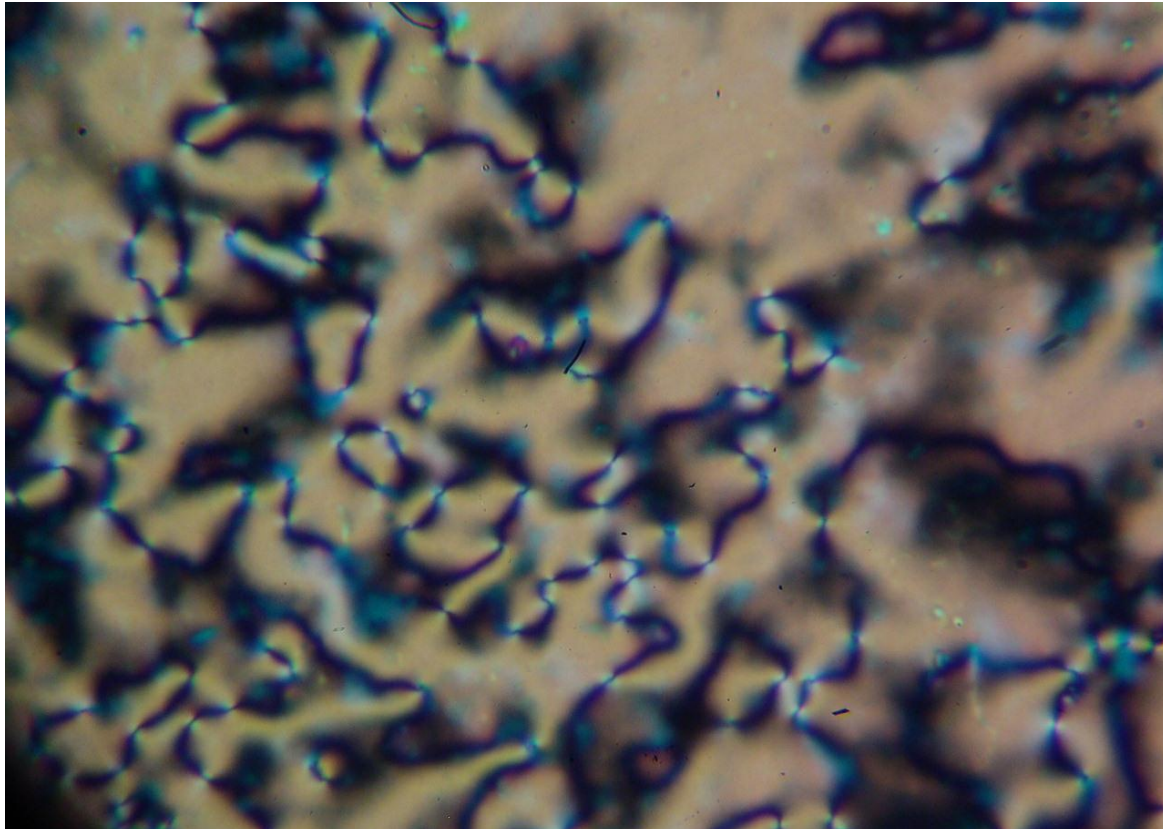


螺旋軸に垂直な方向
からの観察
→指紋状組織

螺旋軸に平行な方向
からの観察
→グランジャン模様

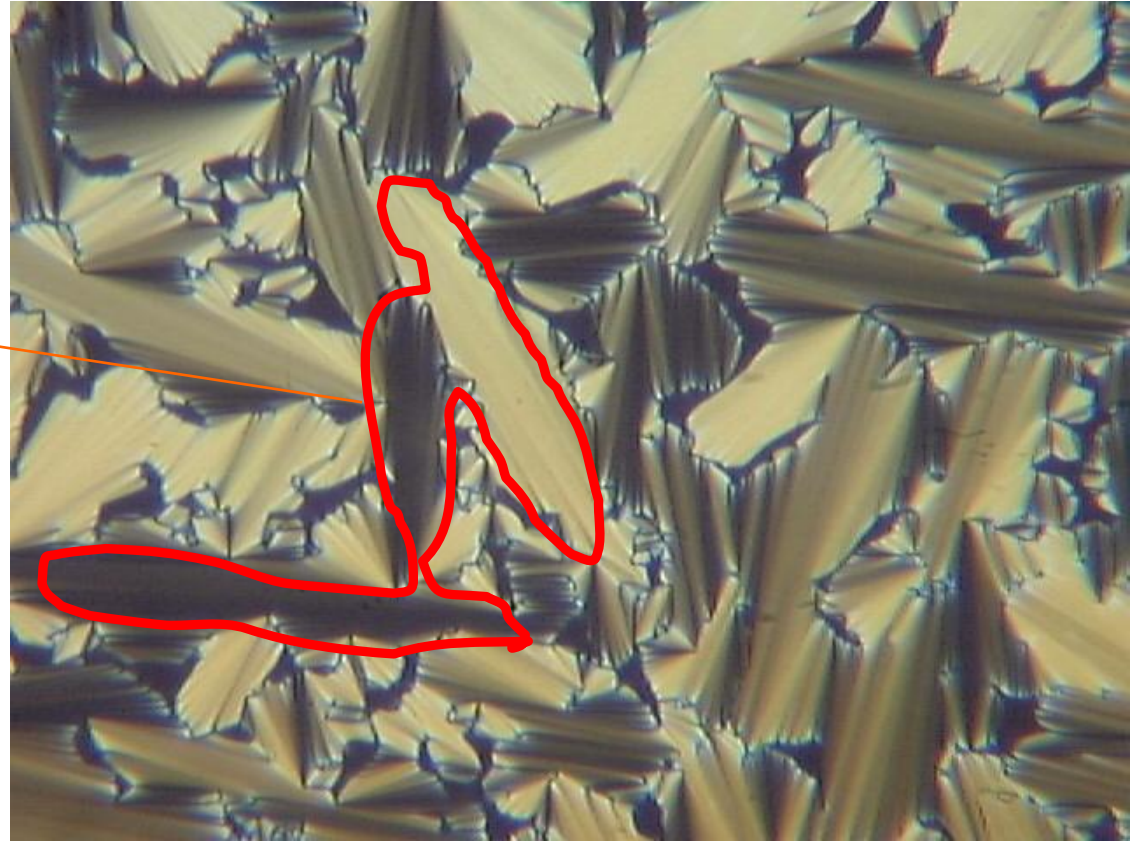
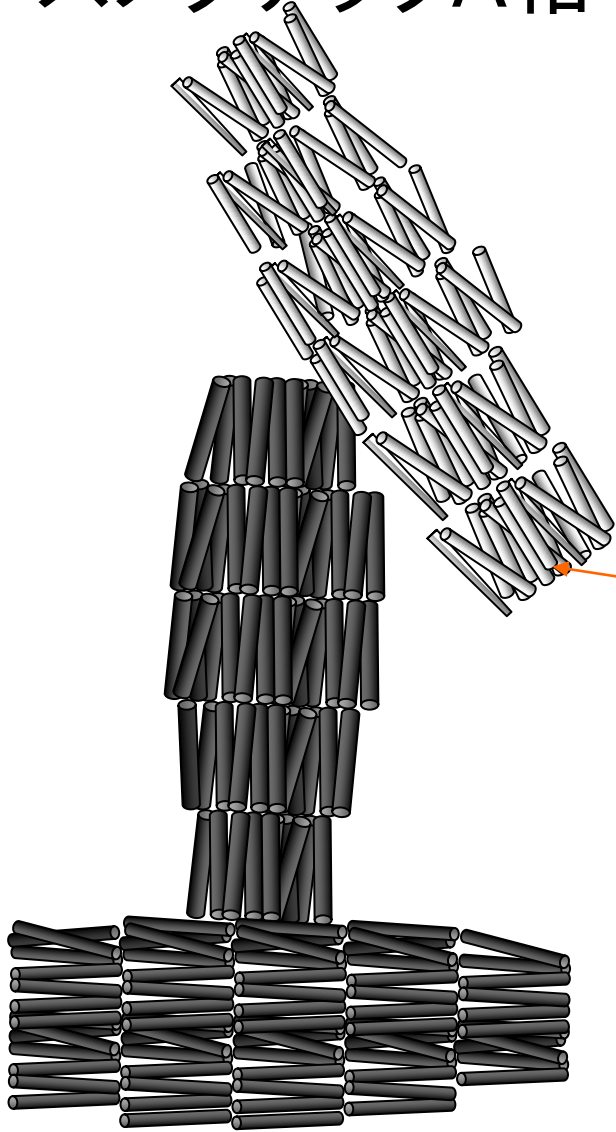
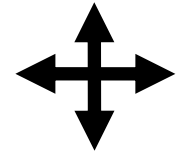


二軸性ネマチック相で出現のヒント！？と言われている *all-2-brush texture*



点欠陥から放射状に分子が集合することが、2軸性では起こりにくいと考えられているので、4ブラッシュはでにくいとされている。(2軸性でなくても、配向によっては、2ブラッシュが多くなるので、ヒントぐらいにしかならないと言われている。2軸性であっても配向によっては、4ブラッシュもある。)

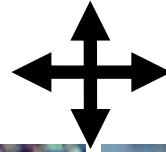
スメクチックA相での分子の並び方



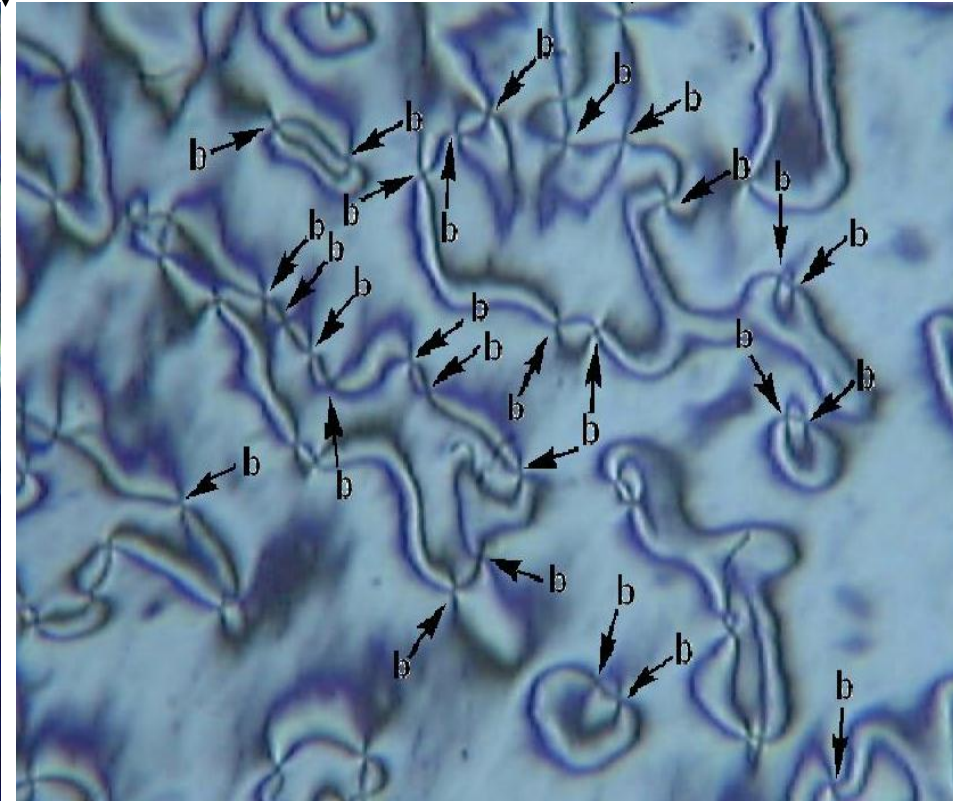
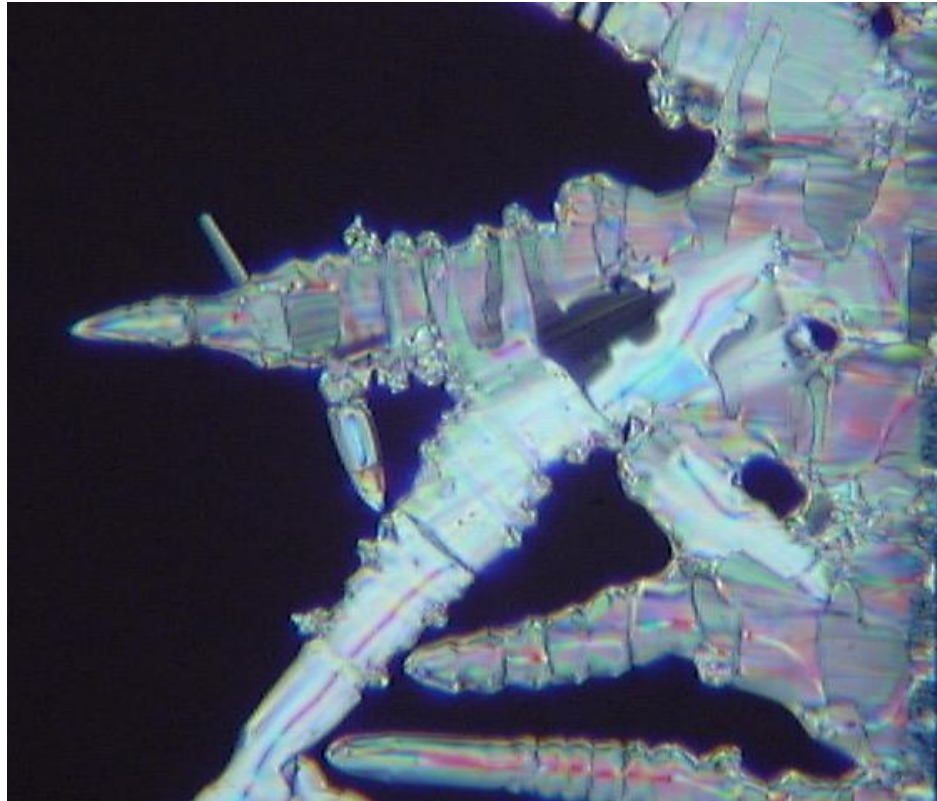
スメクチックA相では、各層で分子が垂直に並んでいるので、扇状模様の縦方向は、棒状分子の長軸方向(平均的な方向)と一致することが多い。したがって、長細い模様が、偏光子や検光子の方向と平行なときに暗くなる。垂直配向の場合は、真っ暗だが、空気界面のみが光っている。偏光板をはずすと、棚田のような(グランジャンテラスという)模様がみえる。

スメクチックC相

水平配向



垂直配向

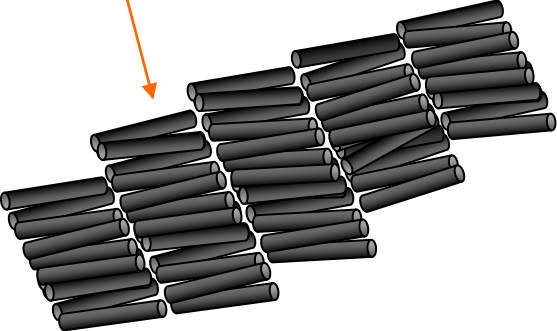
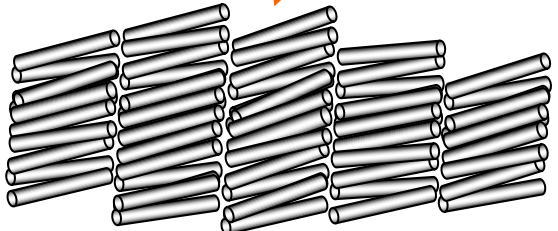
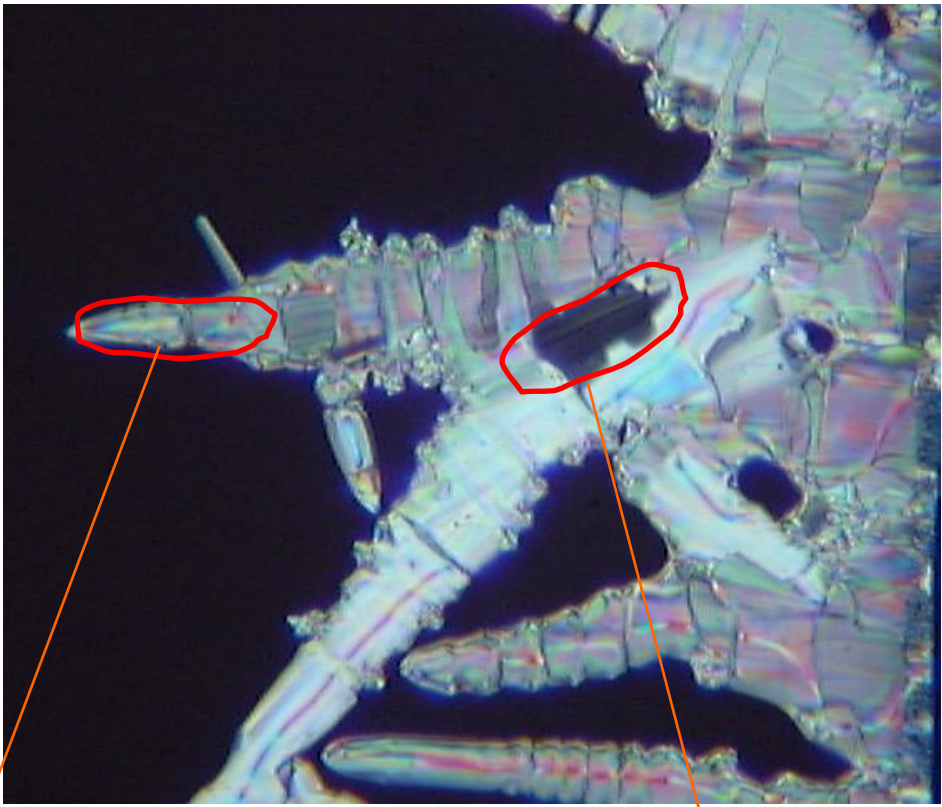


スメクチックC相は水平配向では、左の(破れ扇状)模様になり、同じ物質でも垂直配向では、右のようなschlieren模様となる。このschlierenは、一見、ネマチック相のものに似ているが、ちらつきが少なく、ネマチック相のように色が付かず、グレーのものが多く(層における分子の倒れ角が小さいとかなり暗い。分子が大きく倒れたものは明るくなる。しかも、普通のスメクチックC相では、4-ブラッシュだけになる。

スメクチックC相

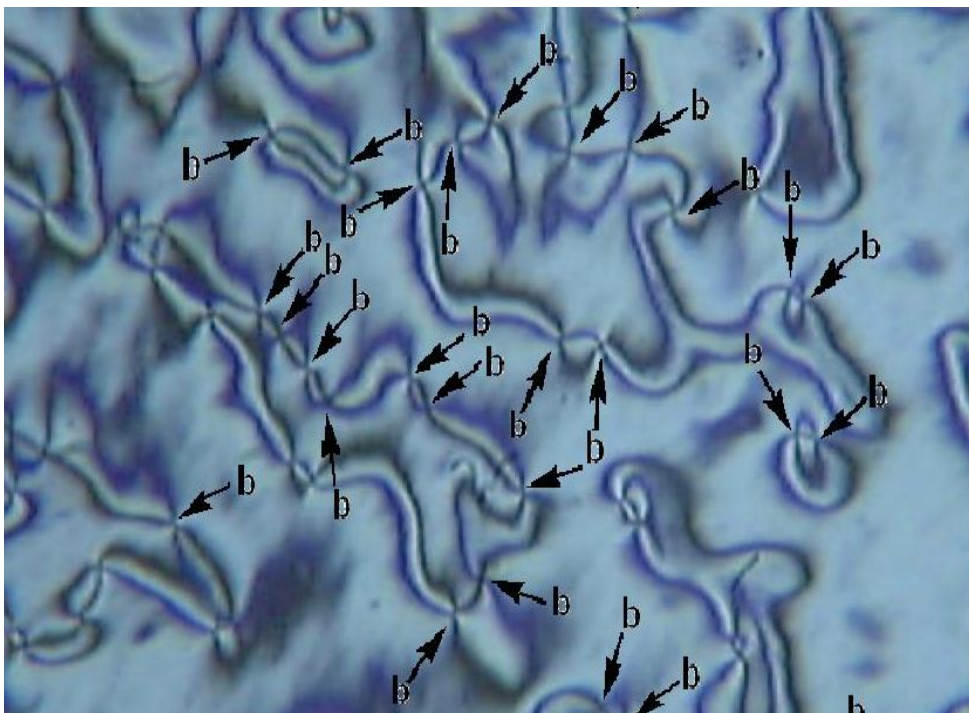
水平配向

スメクチックC相では、分子長軸が各層で傾いているので、細長い模様がその傾きに一致すると、その中の分子は、偏光子や検光子の方向と一致するので、暗くなる。それ以外では、暗くならない。扇状模様もスメクチックA相ほどなめらかではなく、破れ扇模様と呼ばれる。

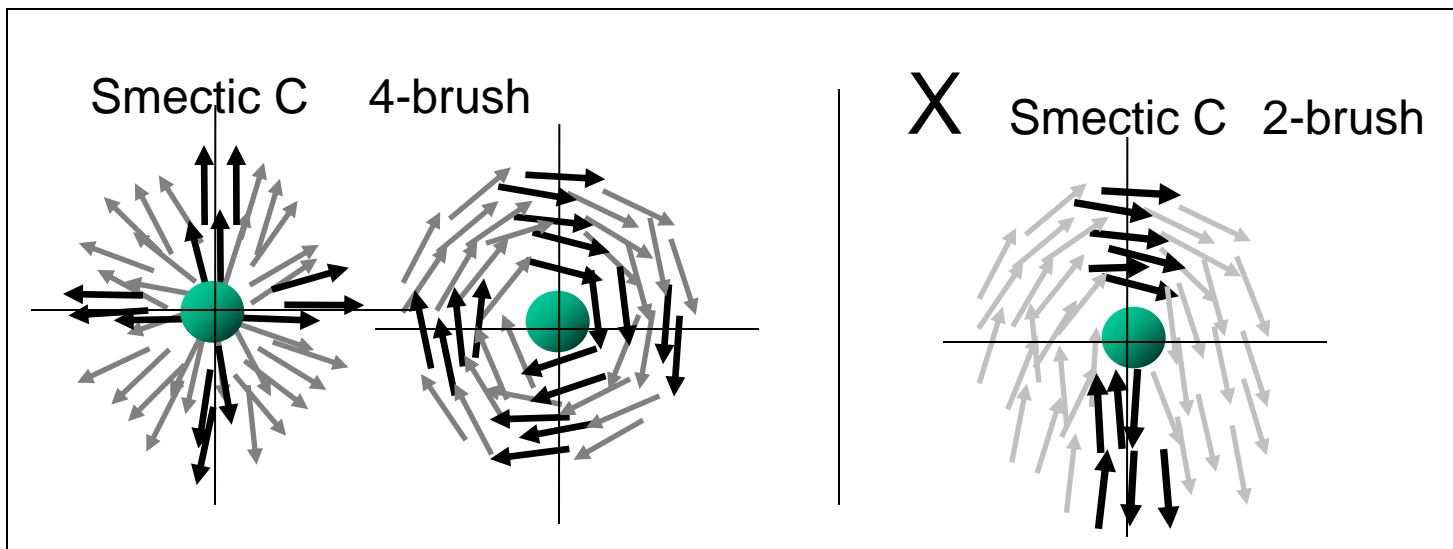


スメクチックC相

垂直配向

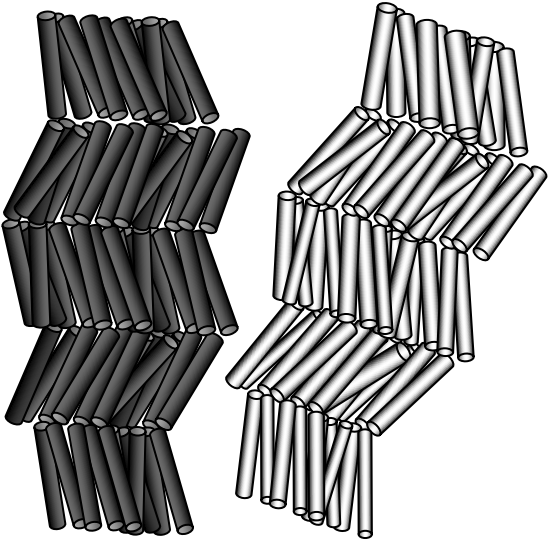
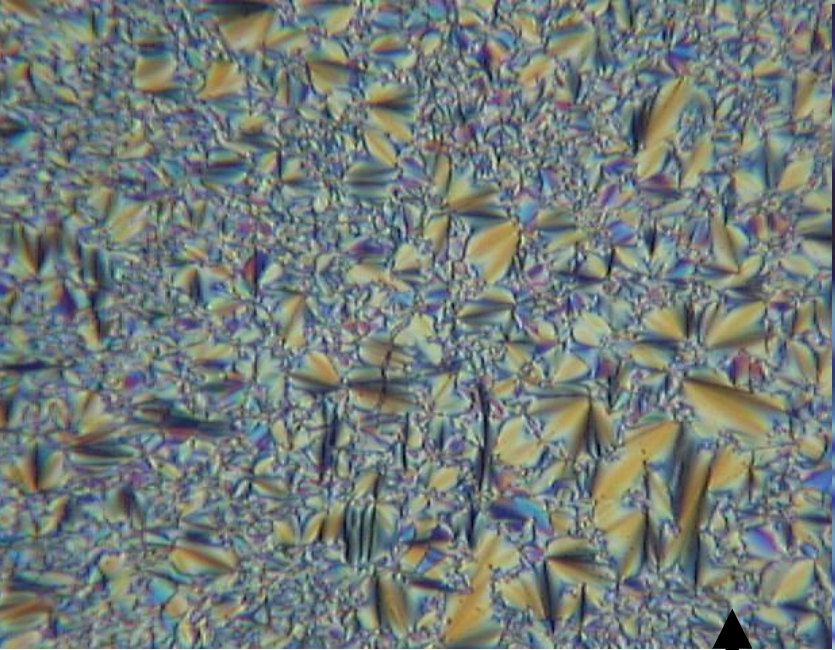


層の平面を垂直方向から観測した場合、分子の倒れる方向が左のような模様をつくる。大抵は、分子の倒れ角が小さいので暗いことが多い。点欠陥からは、4ブラッシュしかできない。下の図の左2つの図のように、点欠陥では、各層の分子の倒れる方向が、放射状または、同心円状の分子の並び（これは4ブラッシュ）はできる。しかし、右のような2ブラッシュに相当する欠陥は不安定でできない。右図の緑の玉の下の部分は、分子の傾斜する方向がある1つの面の左右で反対になって接しているからである。



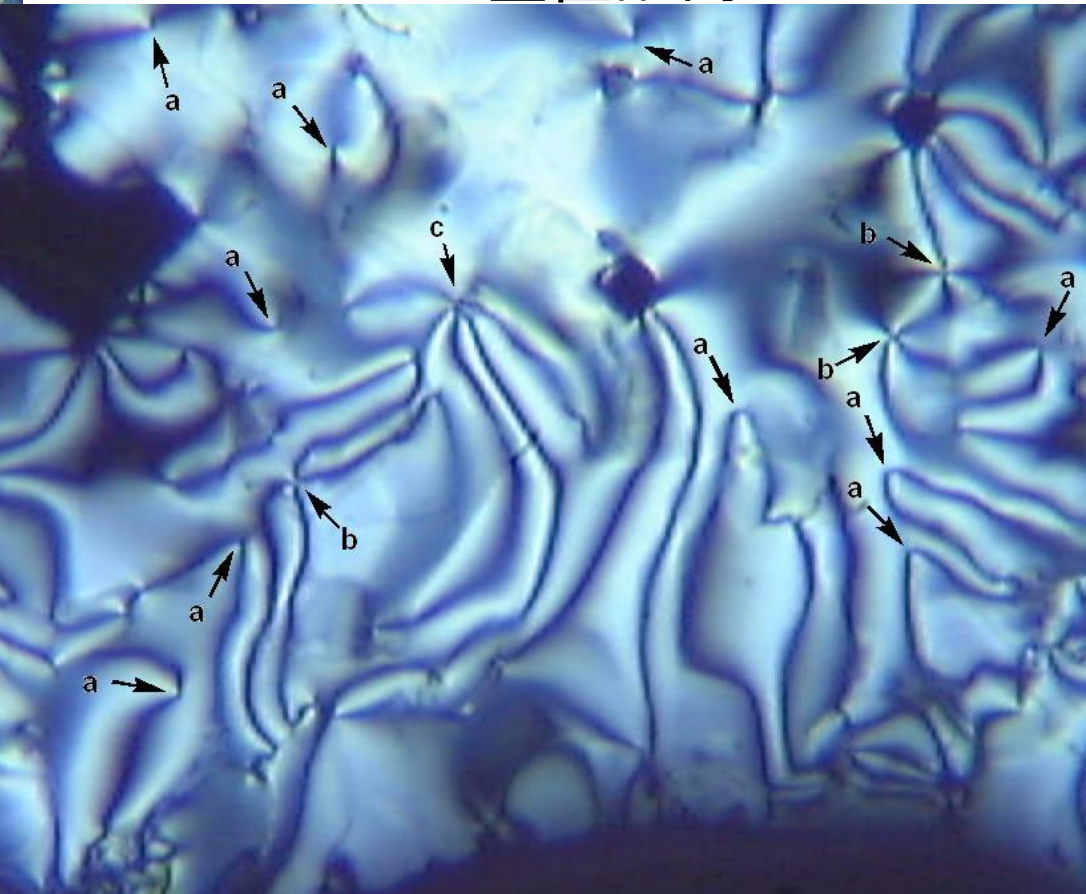
スメクチックC_A相

水平配向



スメクチックC_A相では、一層ごとに分子長軸の傾きが逆になるので、水平配向(左)では、スメクチックA相のように偏光板と同じ方向に影がでる。垂直配向(右)のシュリーレンでは、C相で出ないはずの2ブラッシュがでる。ちらつきは小さい。 垂直配向

垂直配向



2-brush、4-brush、
および、6-brush(図のa、b、c)

ウィンナーを炒めるとき、思うこと



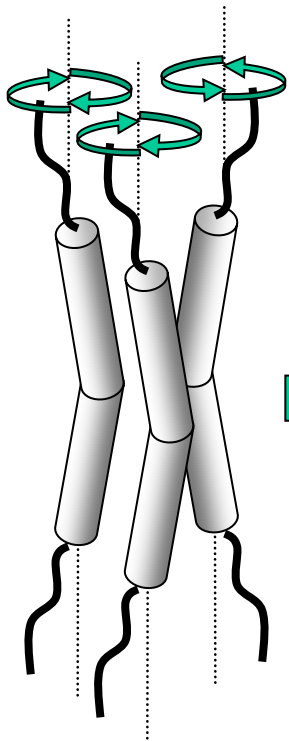
たまに、朝食にウィンナーをいためることがある。ぼーっとしていると、いつの間にか、曲がった分子のことを考えている。職業病かもしれませんね。

曲がったウィンナーは焦げやすい

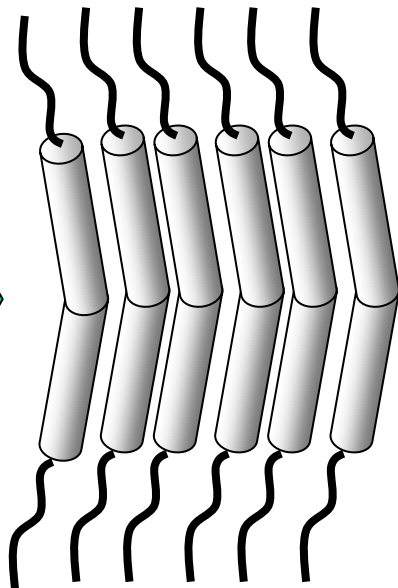
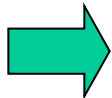


スピン運動が妨げられている

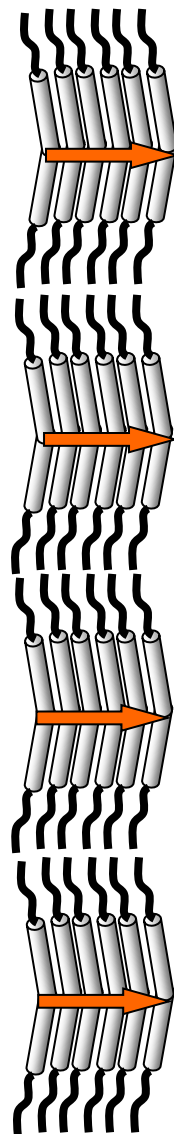
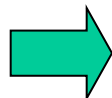
バナナ形液晶分子



回転運動しにくい



曲がった方向を揃えて並びやすい



あるいは

