

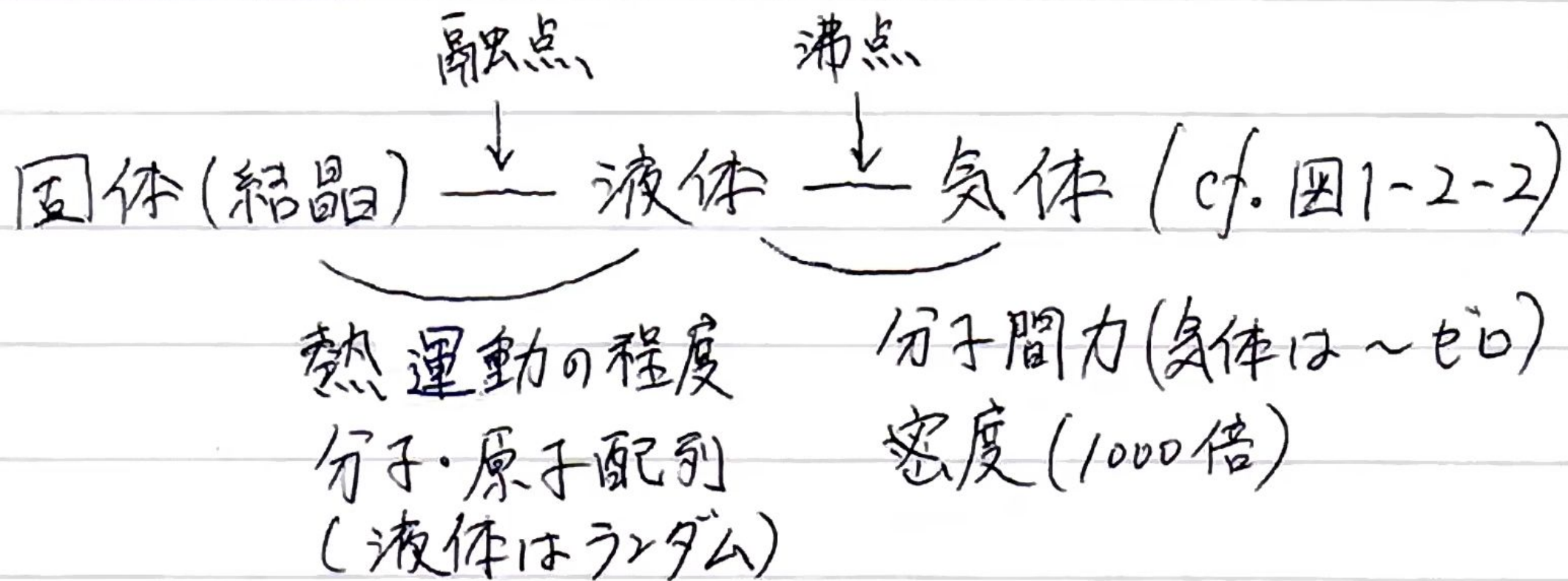
デバイス材料工学

古江 第2回目

1.2 液晶

○ 液晶とは

- 物質の三態:



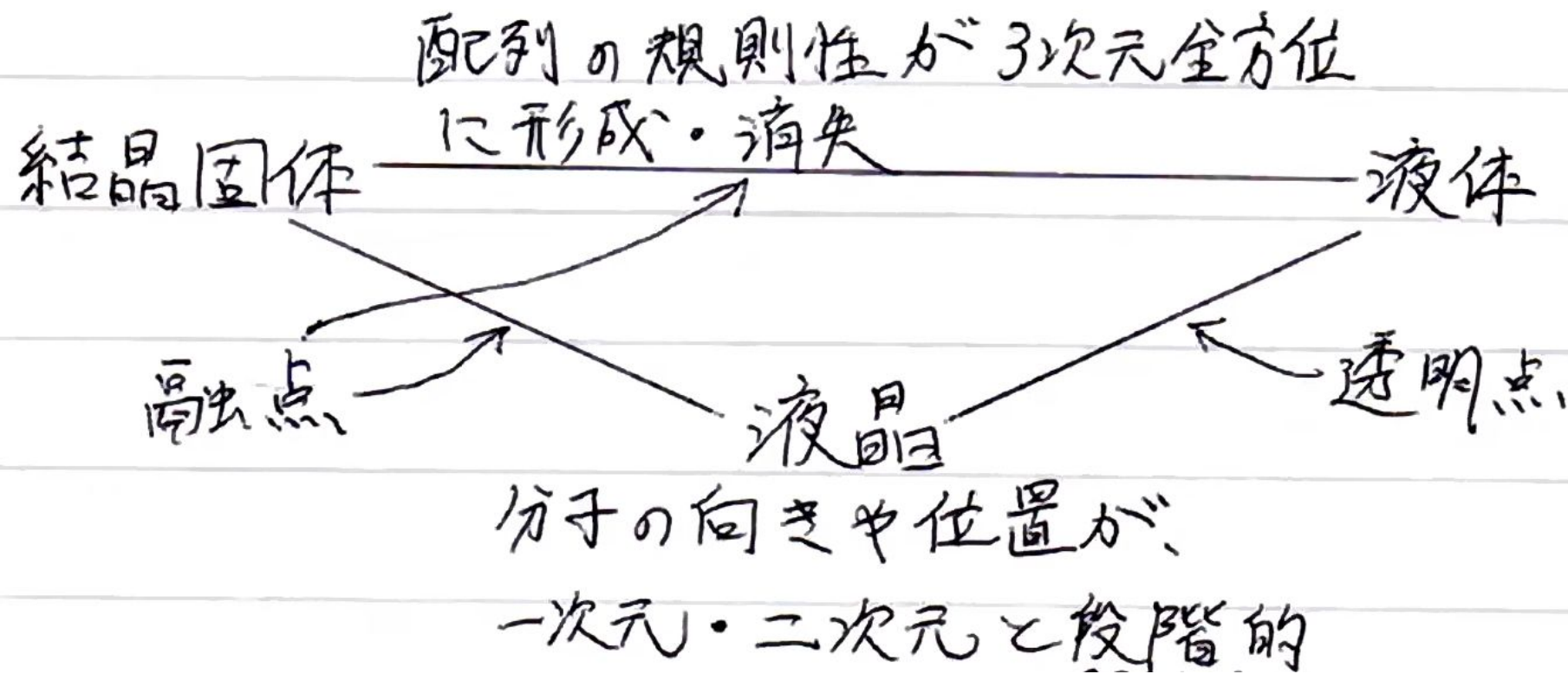
- 液晶: 第4の状態

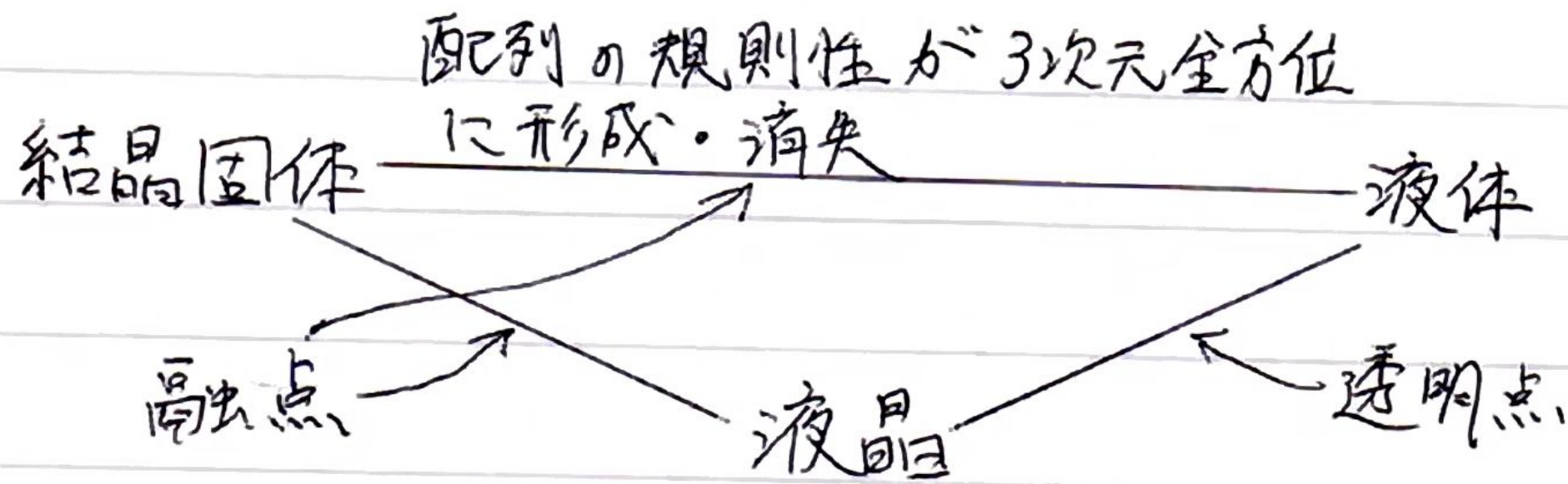
→ 液体、結晶、中間相

• 液晶：第4の状態

→ 液体と結晶の中間相
(流動性) (規則性)

例) 分子の向きは一樣だが、位置はランダム
(cf. 図1-2-2)





分子の向きや位置が、
一次元・二次元と段階的
に形成・消失

↓
(必要条件) 分子に大きな異方的形状が必要

例) 棒, 円盤



↓
分子間の相互作用が
大きく異方的になる

→ その結果、液晶状態が発現



- 異方性

液体・気体：ランダム配列

→ 等方性



結晶・液晶：規則配列

→ 異方性



液晶：異方性により現象・応答が多彩、

かつ、流動性により可逆的な大変化が可能

↳ 大きな機能性を有する

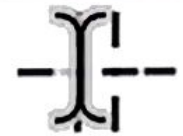


生物・生体



大きな電気光学効果 ⇒ 光スイッチ、ディスプレイ

※ "液晶" — 正しくは「状態」を指す言葉だが、一般にその状態を示す物質や材料も "液晶" と呼ばれる。



(但し、"液晶ディスプレイ" ≠ "液晶")

○ 液晶材料の種類

- 材料：一般に有機化合物

天然：生物分子 — コレステロール, コラーゲン, DNA,
細胞膜 など — 無数

人工：石油化学合成品 — 何百万とも何千万とも
↳ ディ스플레이応用

- 種類：

サーモトロピック (温度転移型) 液晶 → ^{例)} $\angle \text{と} \sqcap$

ライオトロピック (濃度転移型) 液晶

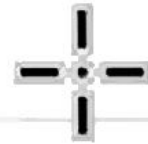
例)

• 種類:

サーモトロピック (温度転移型) 液晶 → ^{例)} \angle \angle \angle

ライオトロピック (濃度転移型) 液晶

↳ 少なくとも2成分系 → ^{例)} 水 + 界面活性剤
(セッケン水、油、シリコン油、
生物)



• 液晶相: 大別すると2つ

ネマティック (N) 相 — 分子の向きのみがほぼ一定



キラル分子 (不斉炭素) を導入



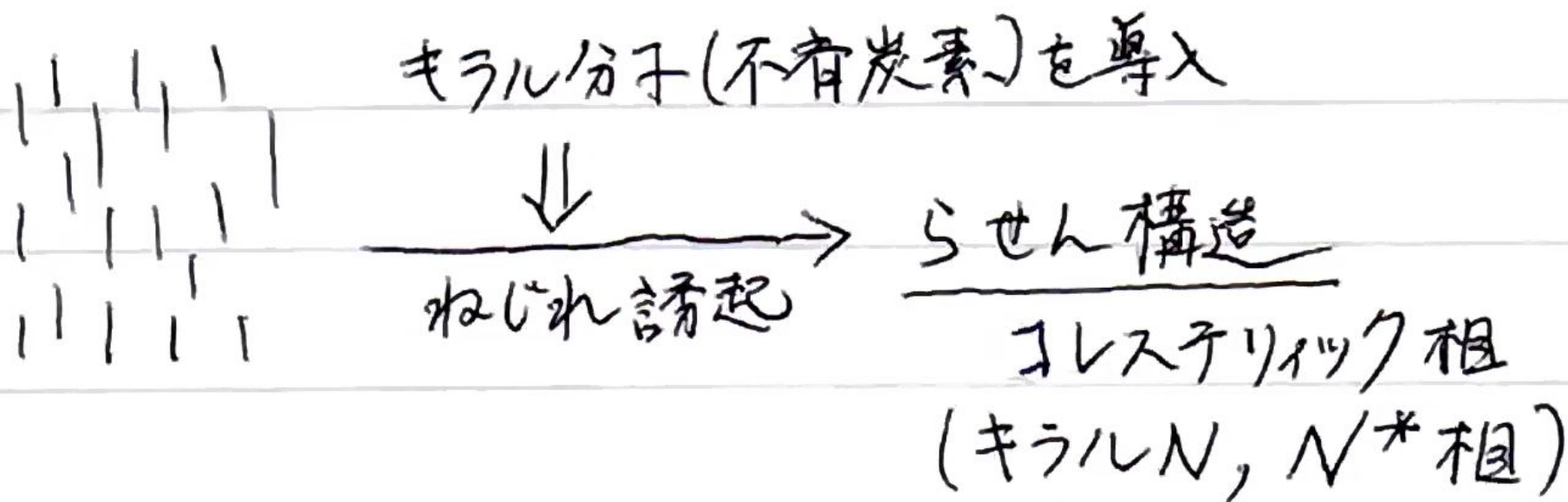
ねじれ誘起

らせん構造

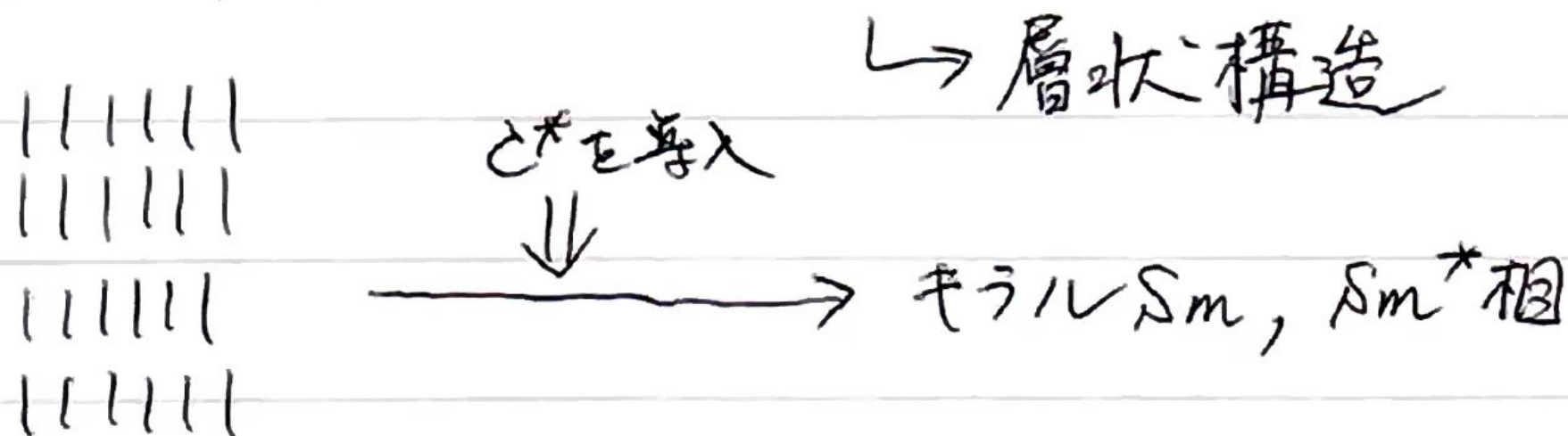
コレステリック相

• 液晶相：大別すると2つ

ネマティック(N)相 — 分子の向きのみがほぼ一定

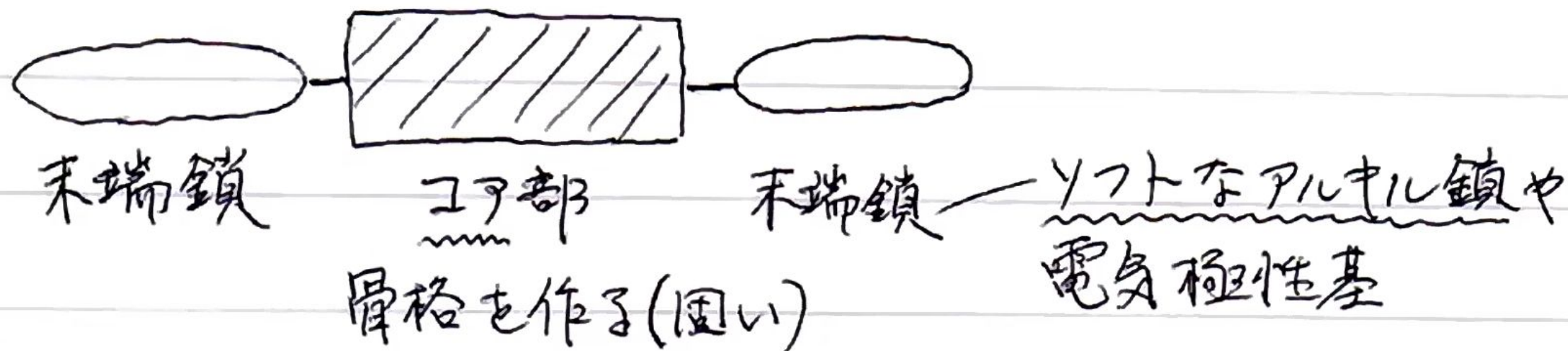


スメクティック(S_m)相 — 一次元の位置の規則性あり



cf. 図1-4-1 (但し、コレステリック相のねじれは連続的で、明確な層の境界はない)

• 液晶分子(棒状)の基本構造



※ 液晶相の発現には、固さや形状、極性の程度などのバランスが重要

→ 異方的形状は十分条件ではない

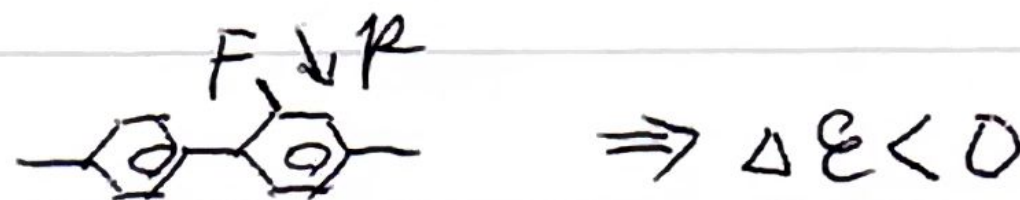
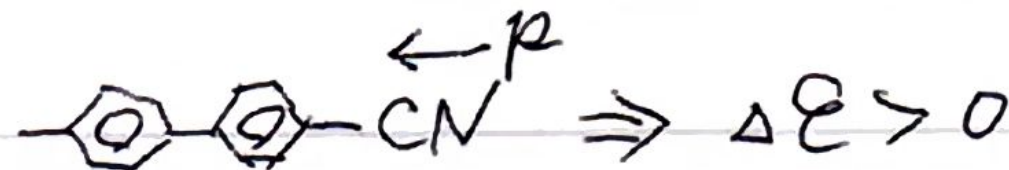
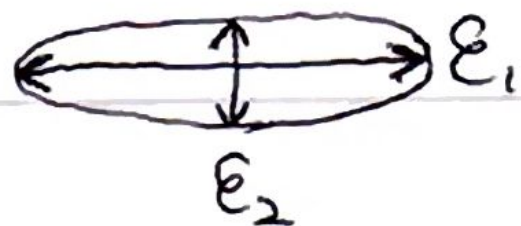
代表例: 5CB — 室温で液晶相(初) cf. 図1-4-3



Cryst. (24) N (35) Iso.

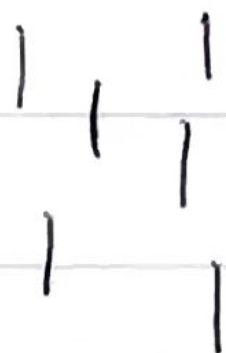
• 電界応答

誘電異方性 $\Delta\epsilon = \epsilon_1 - \epsilon_2 \rightarrow$ 分極 P の方向性



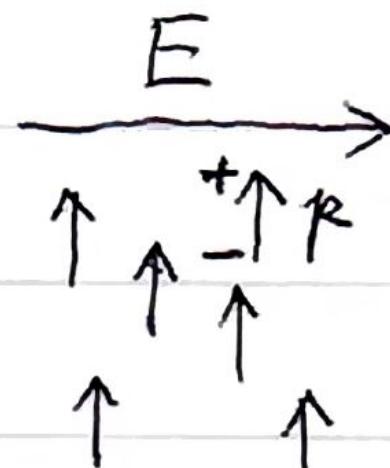
$\Delta\epsilon > 0$:

$E = 0$



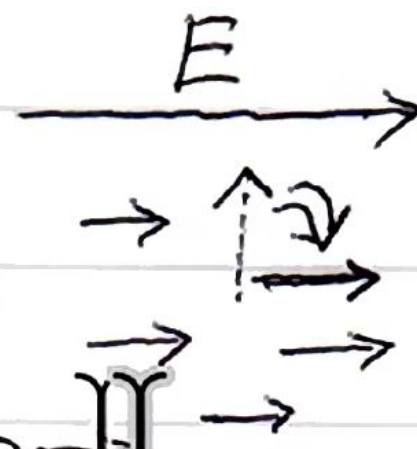
$P = 0$

誘電異方性
(電子分極)



$P \neq 0 \uparrow$

流動性
(配向分極)



$P \Rightarrow$

光学異方性 (例 屈折率異方性) + 応答