

液晶分子の配向性と 配向膜表面の結晶性との相関

日産化学工業株式会社・電子材料研究所

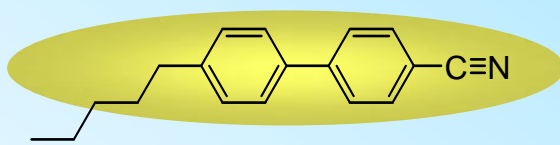
○酒井隆宏・石津谷正英・志田啓文・筒井皇晶・後藤耕平

(財)高輝度光科学研究センター・利用研究促進部門 I

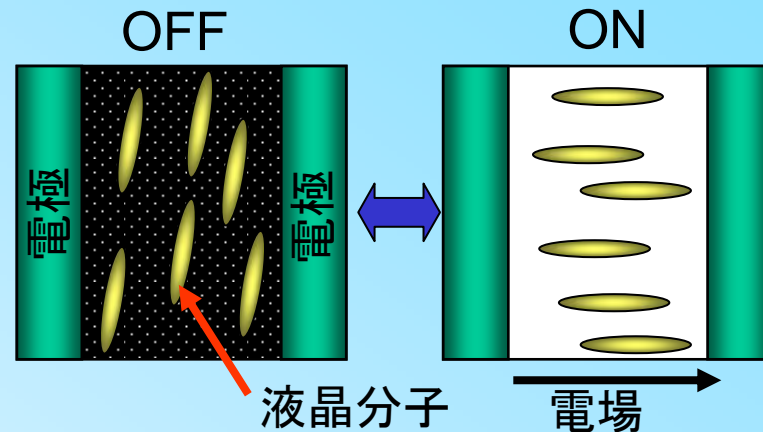
広沢一郎

■ 液晶ディスプレイ (LCD)

- 一方向に揃った(配向した)液晶分子を
電圧により動かすことで表示

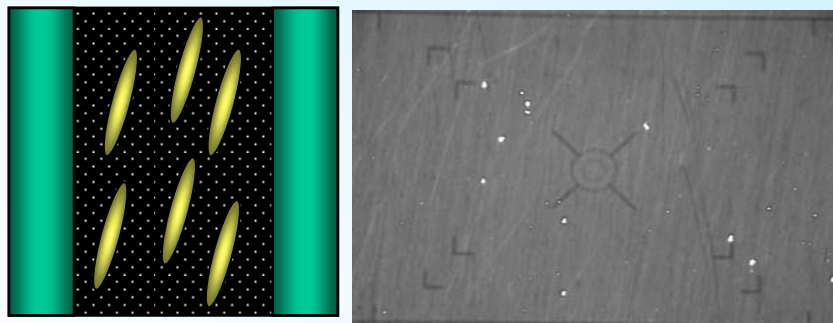


液晶分子



■ 液晶配向と表示品質

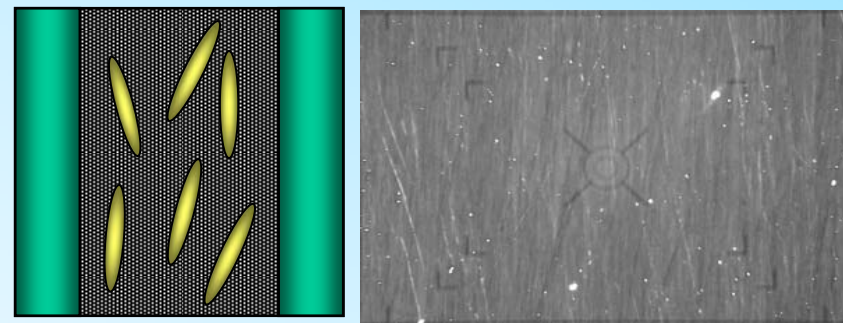
- 液晶分子の配向が乱れる则表示品質が悪化。



配向○



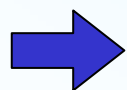
品質○



配向×



品質×

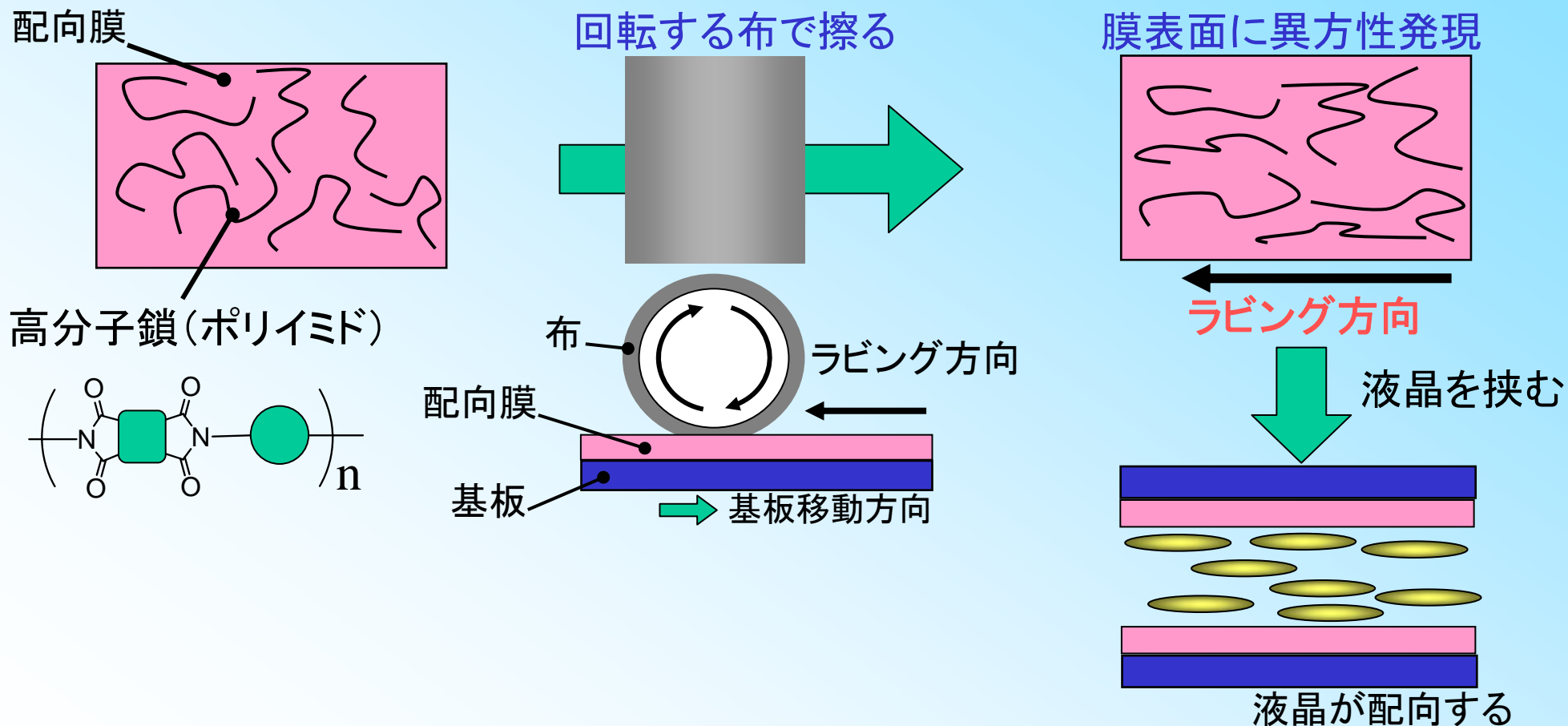


液晶配向と表示品質とが強く相関

液晶配向の制御は非常に重要

■ 液晶の配向制御

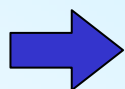
- 液晶配向膜 (高分子) を布で一方向に擦る (ラビング処理する) ことで実現



液晶配向と配向膜表面とが相関

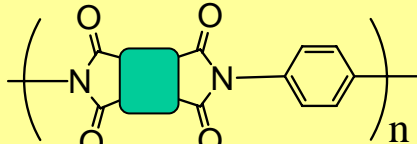
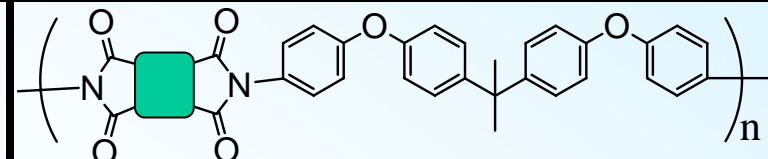
■ 従来の研究

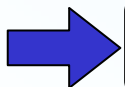
- 反射型エリプソメトリー
- 非線形光学効果 (SHG, SFG)
- 偏光FT-IR
- 軟X線吸収測定 (NEXAFS)



従来の研究は配向膜の分子配向に注目

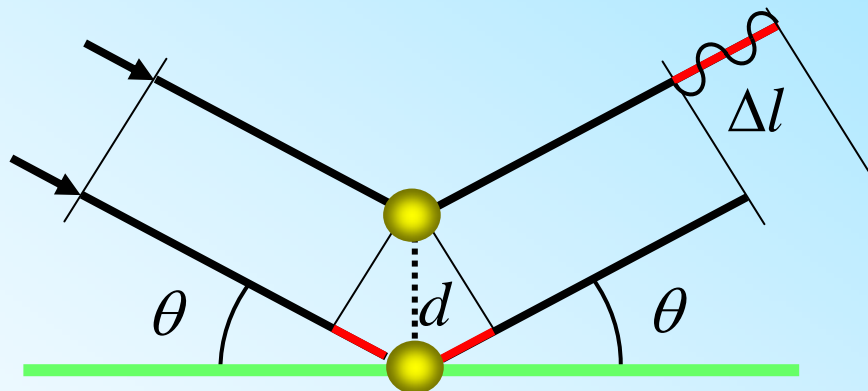
■ 材料開発の中で

配向膜	構造	構造から予測される結晶性	液晶配向性
SP-PI1		○	○
SP-PI4		×	×



配向膜の結晶性と液晶配向とに相関関係？

■ X線の散乱・回折現象



$$\Delta l = 2d \sin \theta = n\lambda$$

この条件の時に光が強め合う

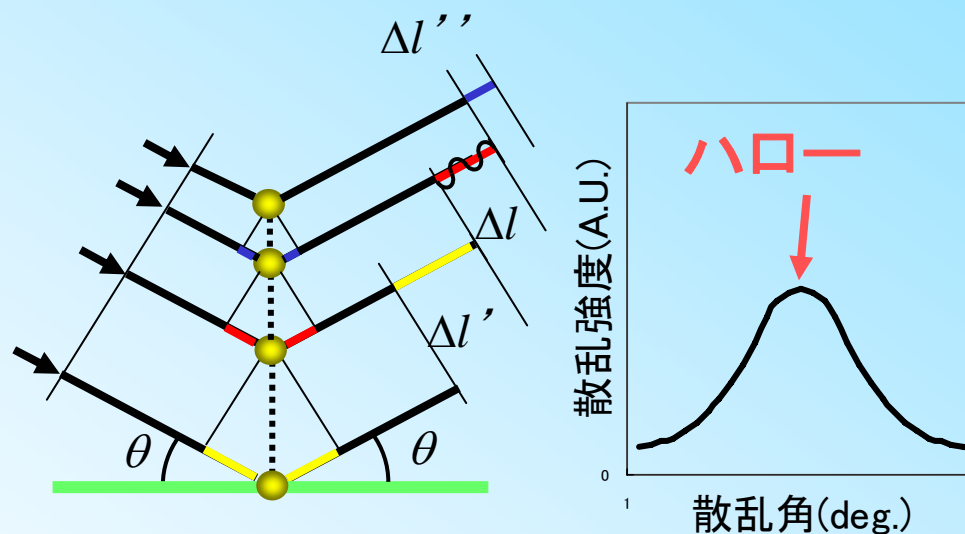
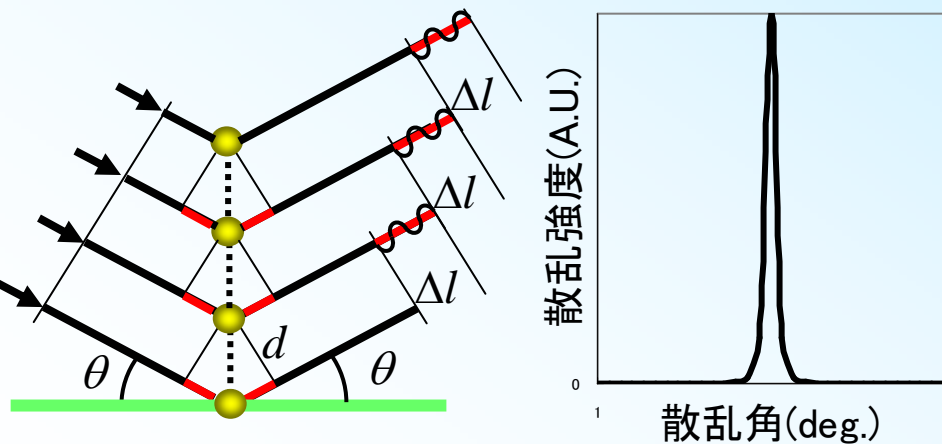


θを変化させて光強度を測定



dに対応するピークが出る

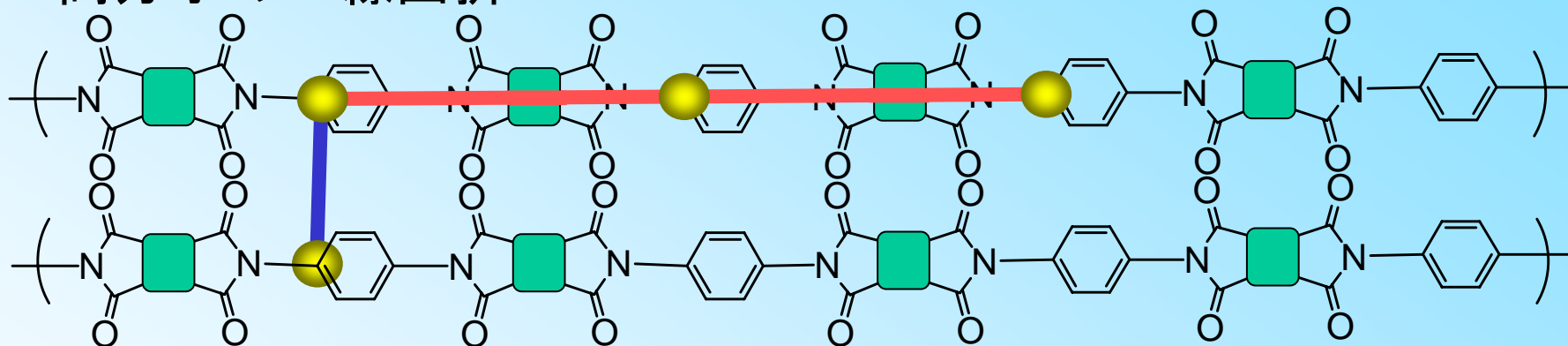
■ 結晶性と散乱強度



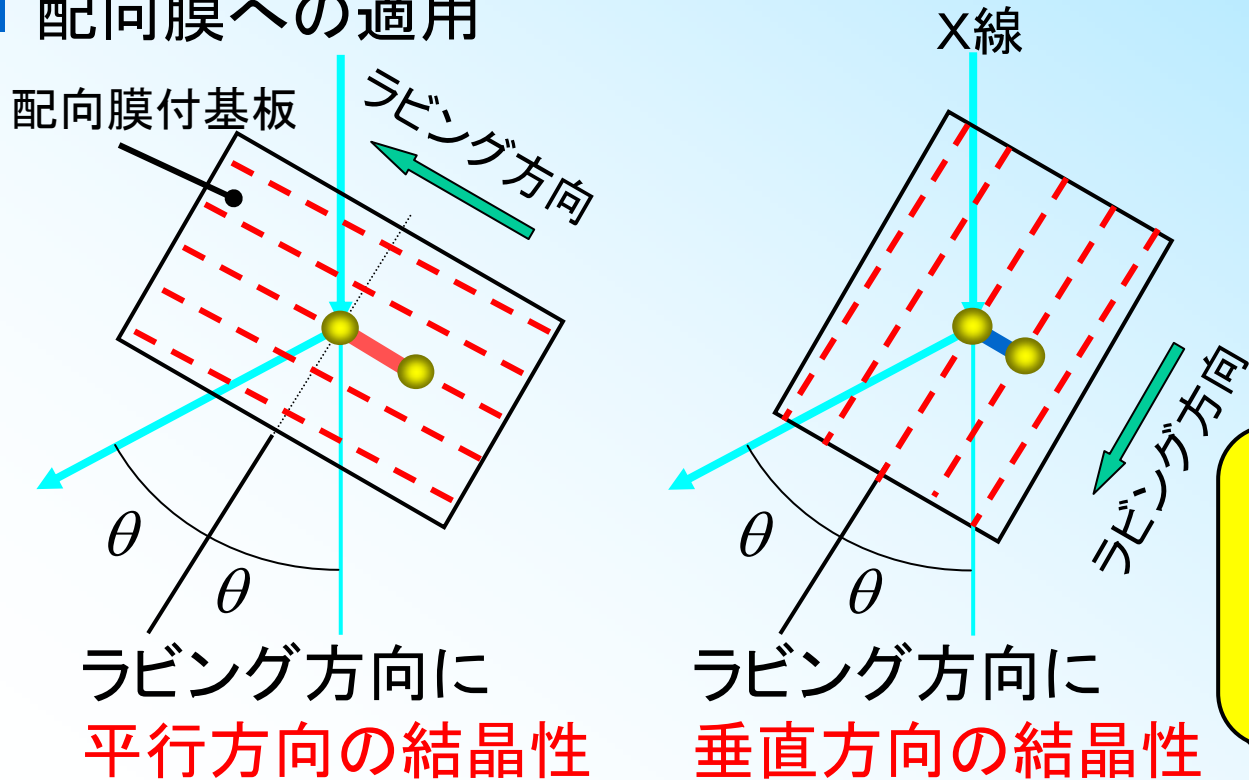
結晶性高い = 鋭いピーク

結晶性低い = 鈍いピーク

■ 高分子のX線回折



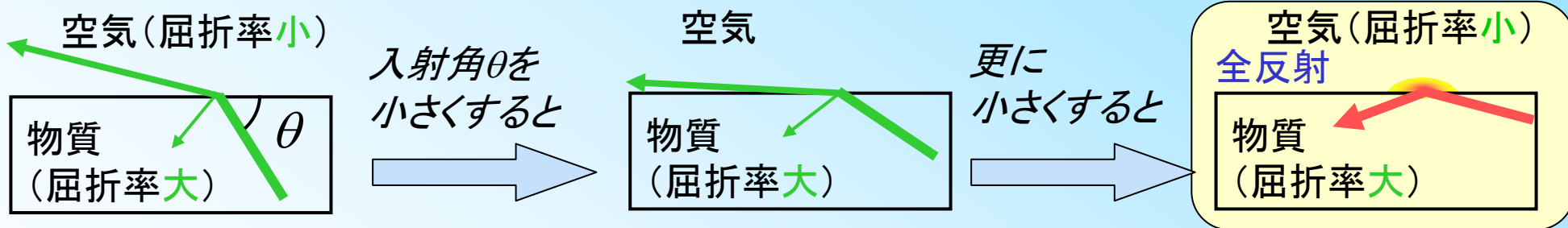
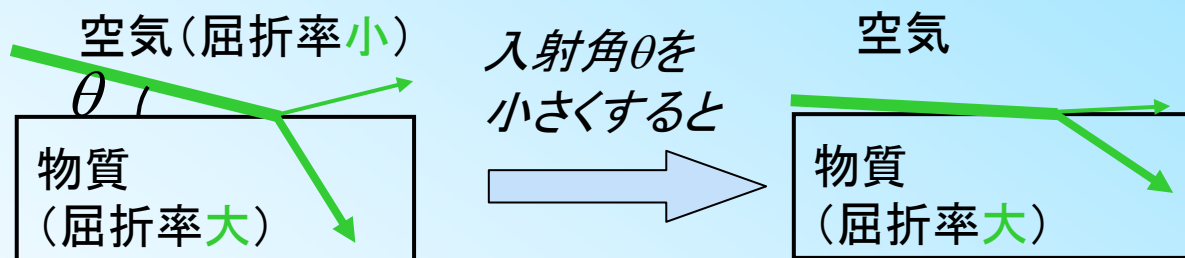
■ 配向膜への適用



ラビング方向に対して
平行・垂直方向の結晶性
を調べることができる

■ 屈折率と全反射

- 可視光領域では空気よりも物質の方が屈折率大

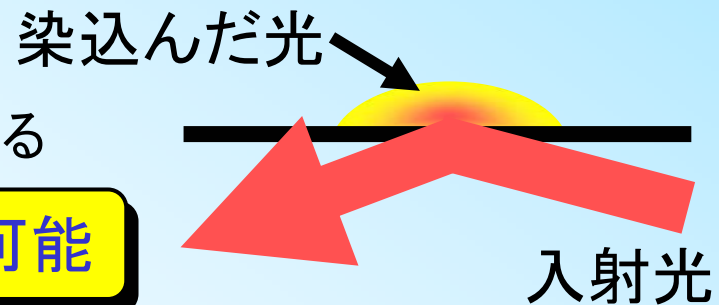


屈折率の大きな方から小さな方に光を入射することで全反射が起こる

■ 全反射における染込み

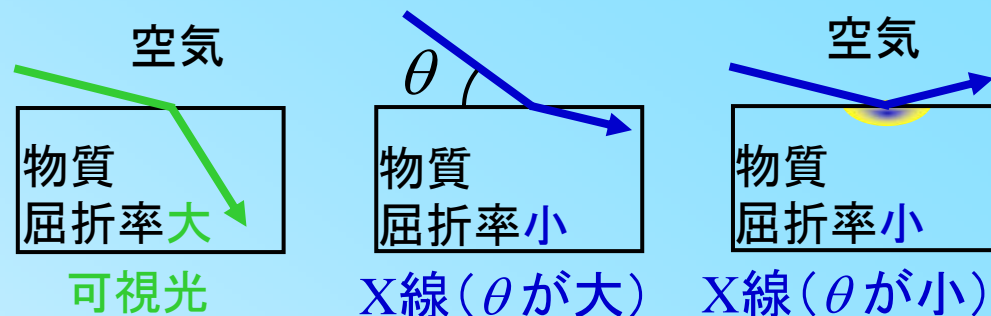
⇒ 全反射状態でも表面近傍にまで光が染み込んでいる

⇒ 全反射により表面近傍のみを測定可能

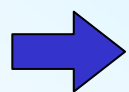


■ 屈折率と全反射

- 可視光領域では
空気よりも物質の方が屈折率大
- X線領域では
空気よりも物質の方が屈折率小



非常に小さな角度で空気からX線を入射することで全反射が起こる

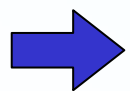
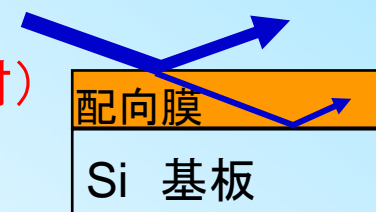
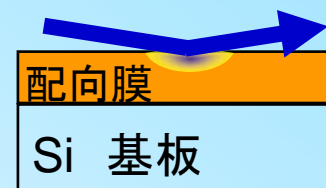


X線全反射により物質表面近傍のみを測定可能

これが微小角入射X線散乱(Grazing-Incidence X-ray Scattering)

■ 表面と全体との区別法

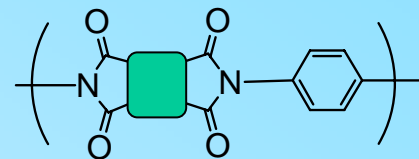
- 非常に小さな角度でX線を入射(配向膜表面で全反射)
⇒ 配向膜表面近傍の情報
- 大きな角度でX線を入射(配向膜は透過、基板界面で全反射)
⇒ 配向膜全体の情報



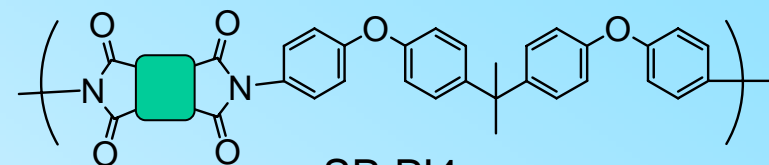
膜表面と膜全体の情報を区別できる

■ 試料

	液晶配向性	予測される結晶性
SP-PI1	○	○
SP-PI2	△	△
SP-PI3	◎	○
SP-PI4	×	×

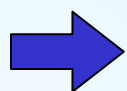


SP-PI1



SP-PI4

- 膜厚 : 1000 Å
- 基板 : Siウエハー

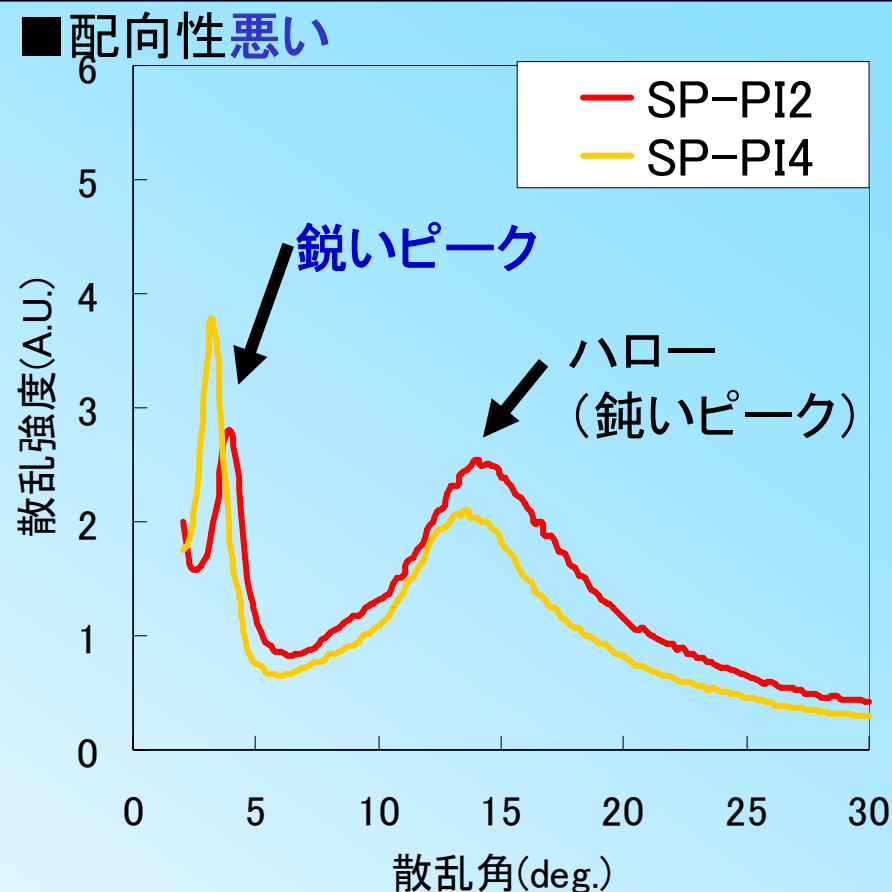
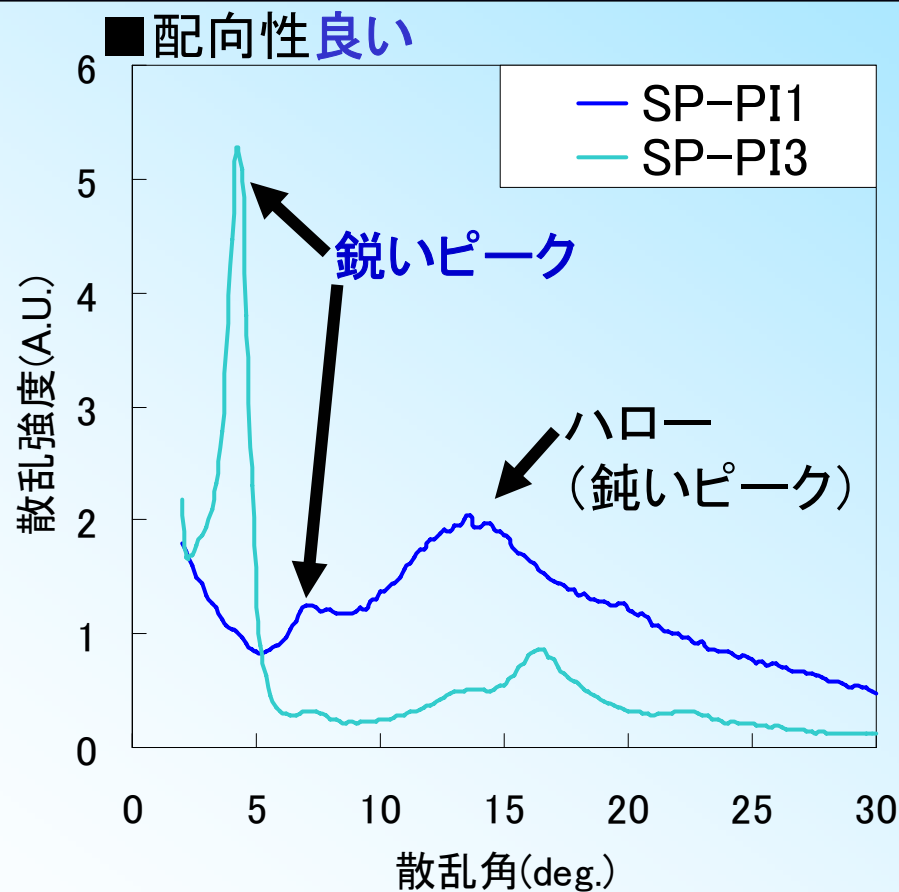


配向性の良いものは結晶性が高いと予測

■ 測定

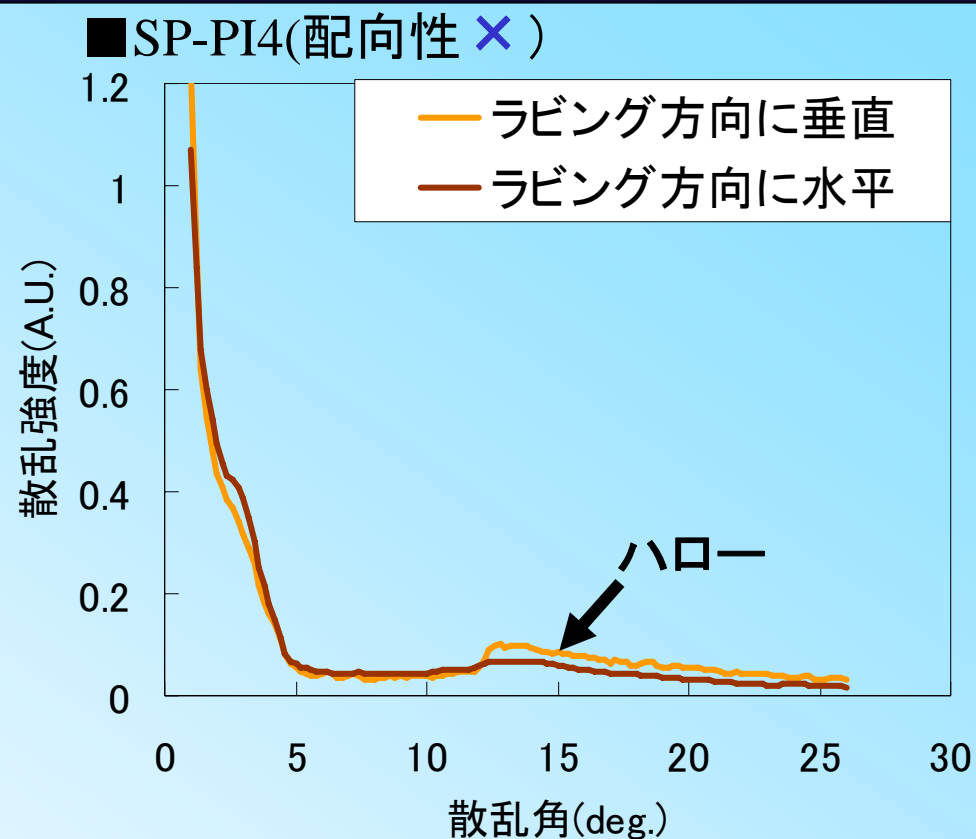
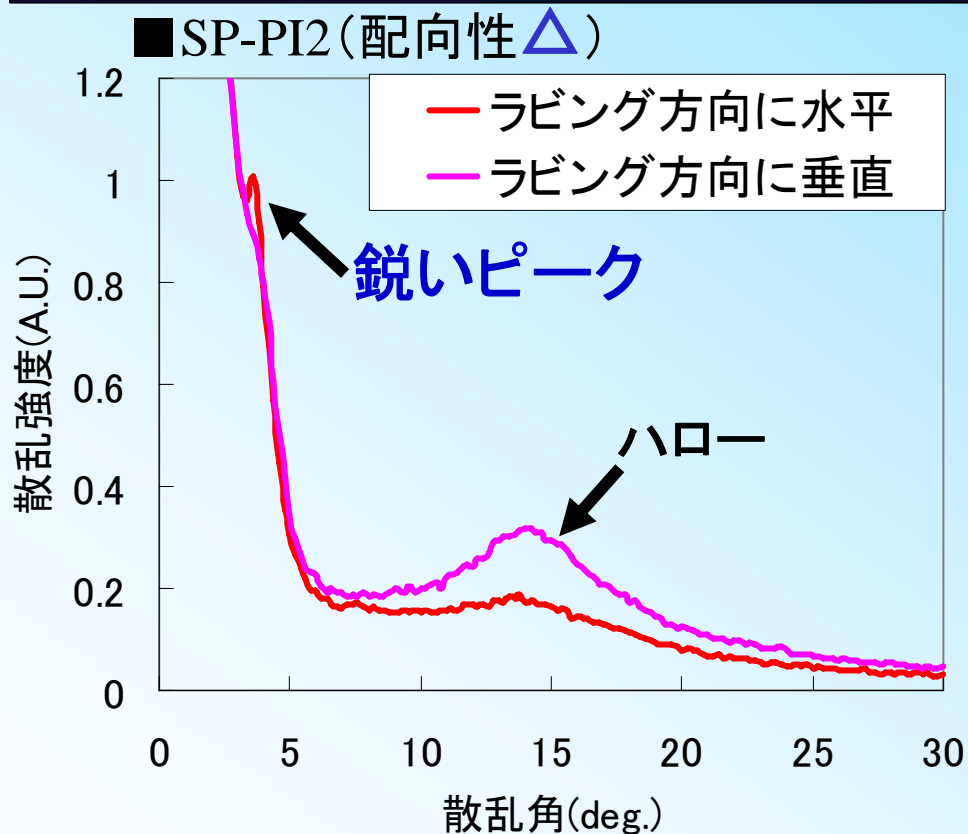
- ビームライン : BL19B2
- X線エネルギー : 10keV
- 入射角 : 0.12° (表面のみ)
0.16° (膜全体)





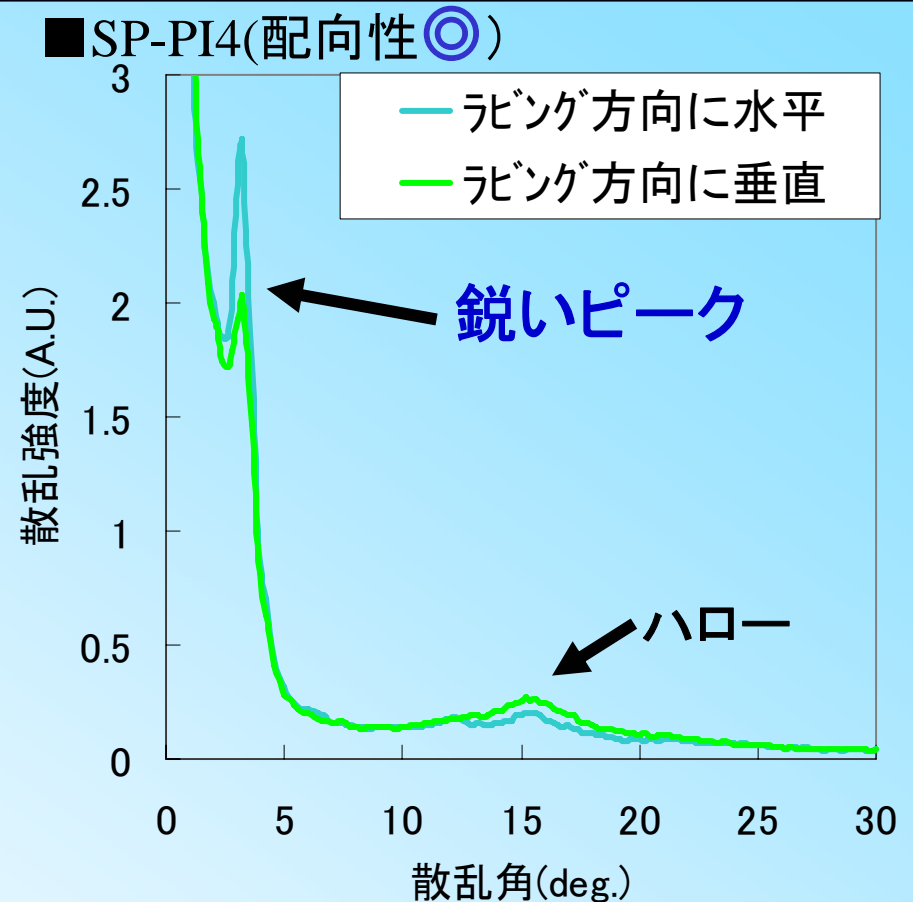
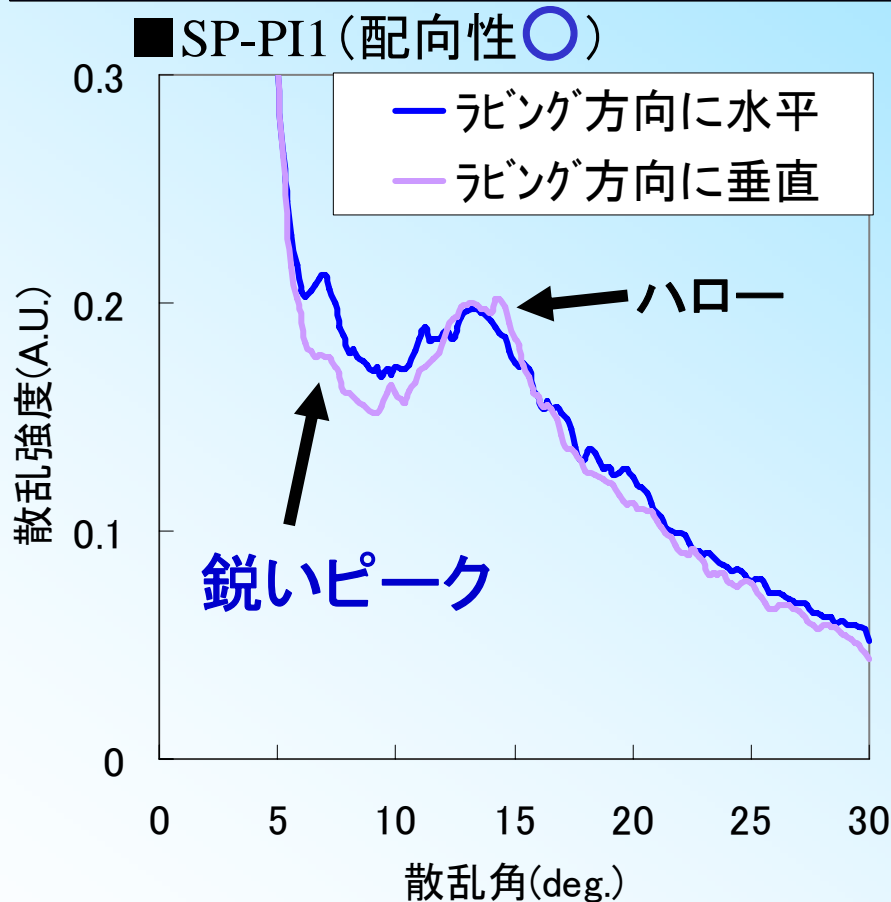
- 全ての配向膜にハロー以外の鋭いピークが存在する
→ 膜全体を観察すると全ての配向膜が結晶性を持つ

配向膜全体で見た結晶性と液晶配向性には相関無し



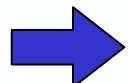
- SP-PI4 (配向性 \times) はハロー (鈍いピーク) のみ
- SP-PI2 (配向性 Δ) は水平方向にのみ鋭いピークが出現

・配向性の最も悪いSP-PI4は表面に結晶性を持たない
・配向性の少し悪いSP-PI2は水平方向にのみ結晶性がある



- 両方ともラビング方向に対して水平方向に強く鋭いピークを持つ
- ラビング方向に対して垂直方向にも鋭いピークを持つ

配向性の良い配向膜はラビングと垂直方向にも結晶性を持つ



	表面の結晶性		液晶配向性
	ラビング後		
	水平方向	垂直方向	
SP-PI1	○	○	○
SP-PI2	○	×	△
SP-PI3	◎	○	◎
SP-PI4	×	×	×

配向膜の表面結晶性と液晶配向性との相関が明らかとなった

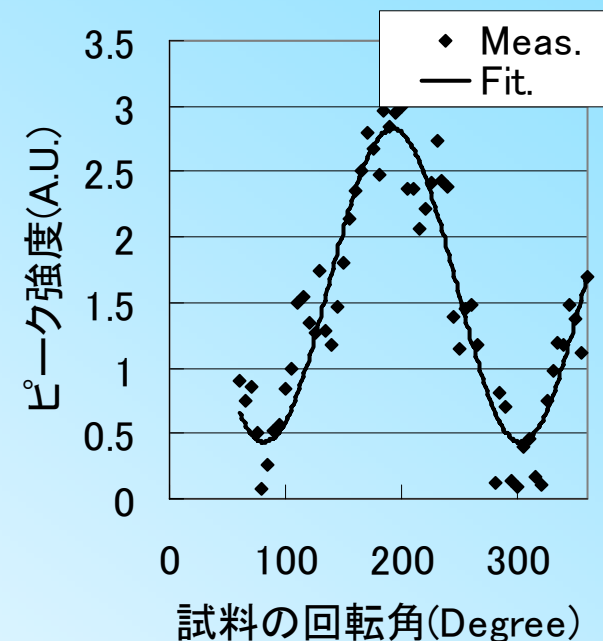
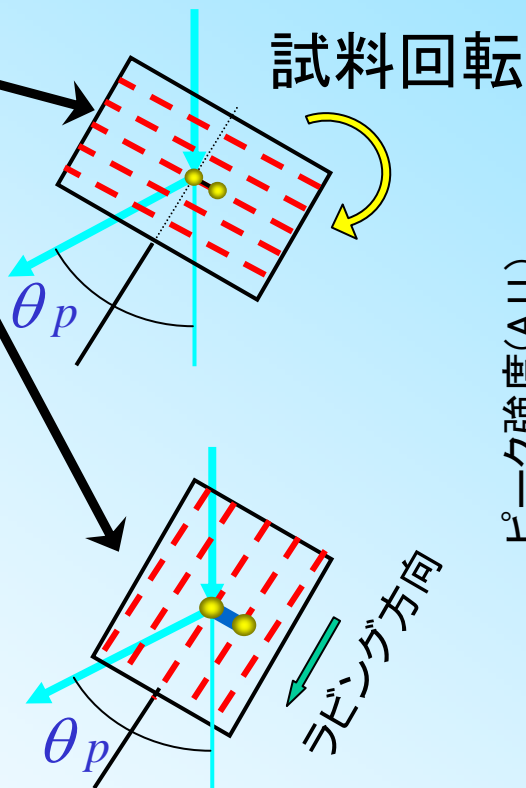
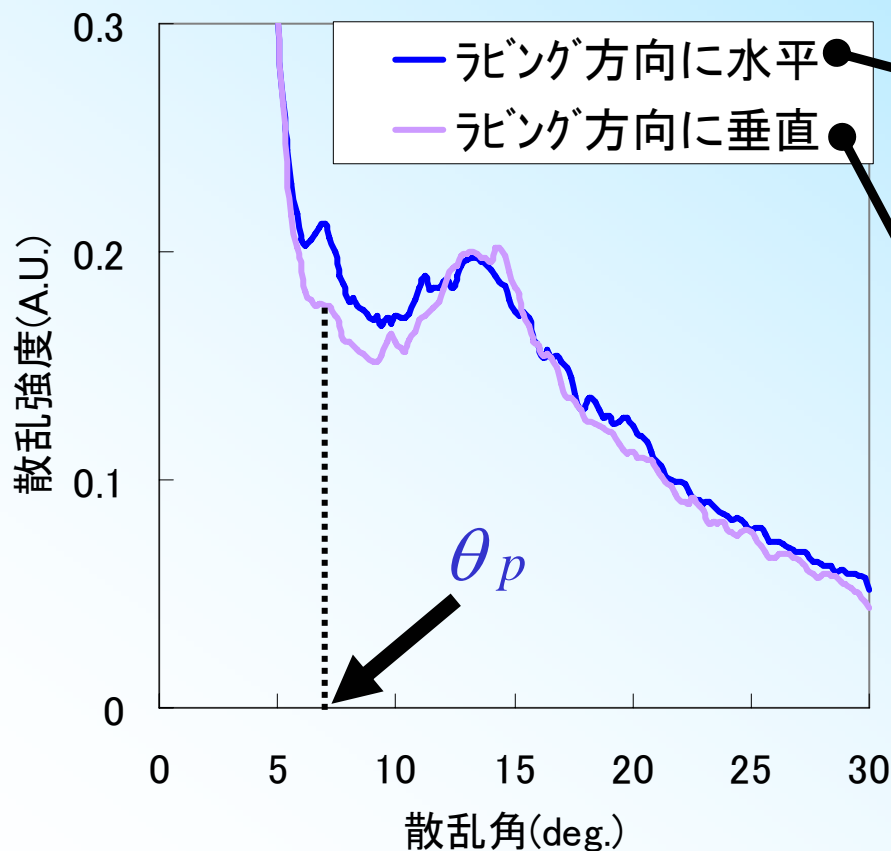
配向性の良い液晶配向膜とは

- ① 表面にラビングに対して水平方向の結晶性を持つ
- ② 表面にラビングに対して垂直方向の結晶性を持つ
- ③ 表面にラビングに対して水平方向の結晶性をより強く持つ

本実験により次世代液晶配向膜の開発が加速

■ 面内異方性測定

- 結晶性を示す鋭いピークに着目（散乱角 θ_p を固定）
- 試料を基板面内で回転させ、ピーク強度の試料回転角依存を測定



結晶性だけでなく、面内異方性も測定