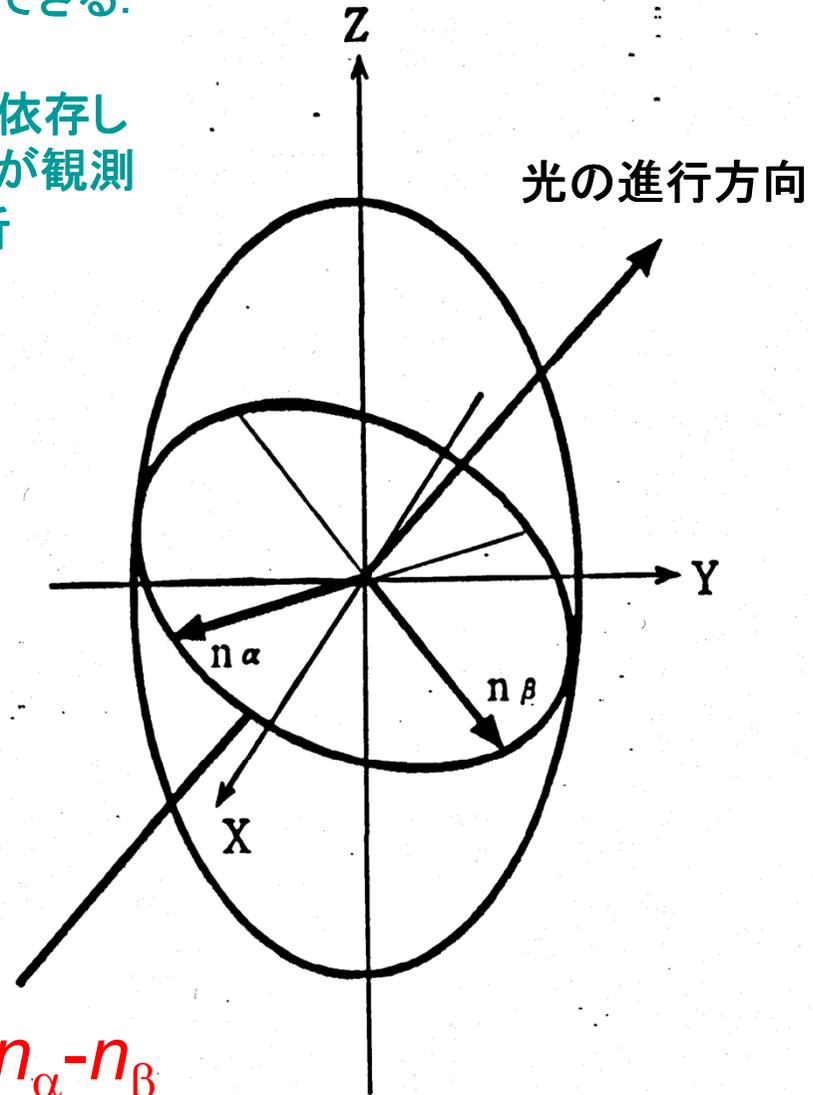
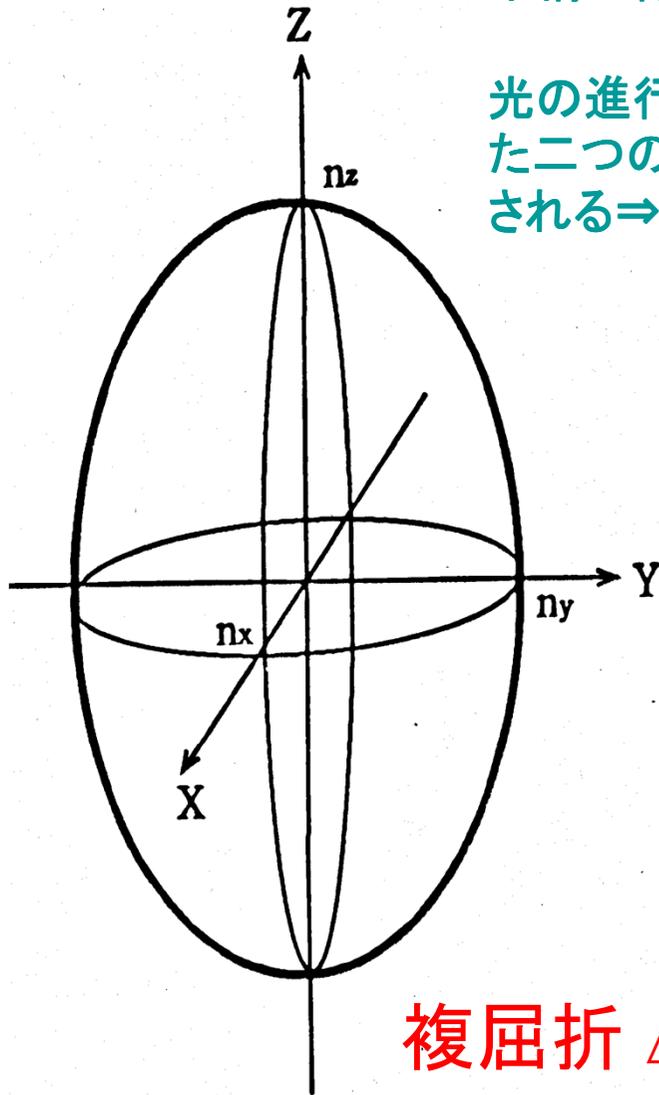


偏光顕微鏡による複屈折測定

屈折率楕円体と観測される屈折率，複屈折

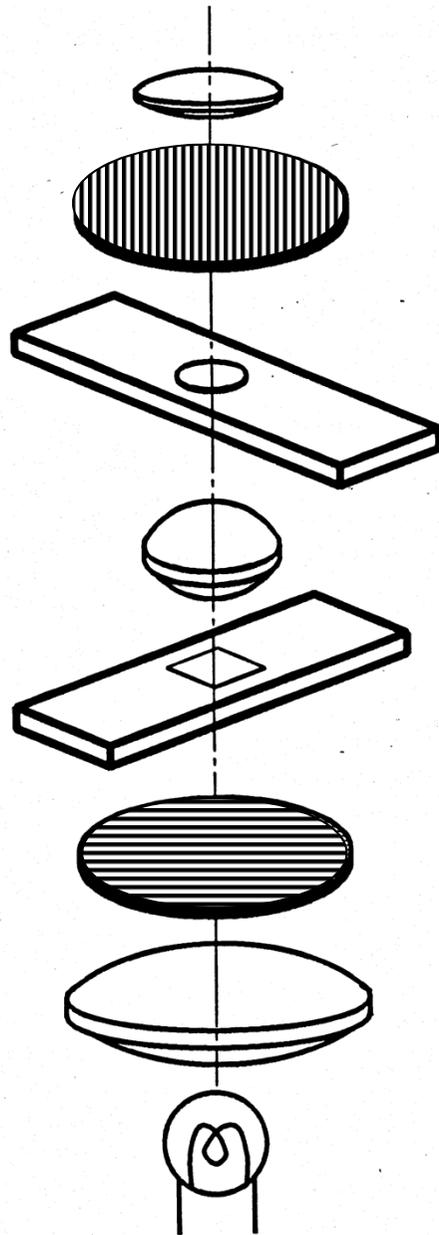
屈折率の異方性は屈折率楕円体で表現できる。

光の進行方向に依存した二つの屈折率が観測される⇒ 複屈折



複屈折 $\Delta n = n_\alpha - n_\beta$

偏光顕微鏡の光学系



接眼レンズ

クロスニコル
(直交する1対の偏光板)

検光子

光は透過しない

補償子, 波長板など

間に光学異方性を有する物体を
入れると光が透過するようになる

対物レンズ

試料

光の透過の状態から光学異方性
に関する情報が得られる

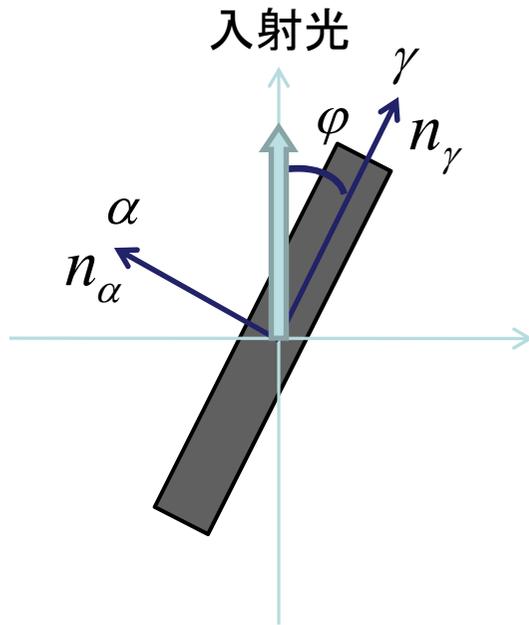
偏光子

試料の主軸を偏光面に対し 45° にする
とコントラストが最大になる

コレクターレンズ

0° あるいは 90° では光は透過しない

光源



偏光した入射光の振幅 $A \sin \omega t$

試料から出たとき γ 方向 $\xi = A \cos \varphi \sin \omega t$

α 方向 $\eta = A \cos \varphi \sin(\omega t - \delta)$

検光子から出たときの振幅

$$\begin{aligned} & \xi \sin \varphi - \eta \cos \varphi \\ &= A \sin \varphi \cos \varphi \sin \omega t - A \sin \varphi \cos \varphi \sin(\omega t - \delta) \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} A \sin 2\varphi \{ \sin \omega t - \sin(\omega t - \delta) \}$$

$$= A \sin 2\varphi \sin \frac{\delta}{2} \cos \left(\omega t - \frac{\delta}{2} \right)$$

検光子から出たときの強度

$$I = A^2 \sin^2 2\varphi \sin^2 \frac{\delta}{2}$$

$\delta = 2n\pi$ のとき強度ゼロ

$$\text{Phase shift} = 2\pi \frac{\text{Retardation}}{\text{Wave length}}$$

単色光で繊維を観察する場合
(直交ニコル)

$$I = I_0 \sin^2 \left(\frac{\Gamma}{\lambda} \pi \right)$$

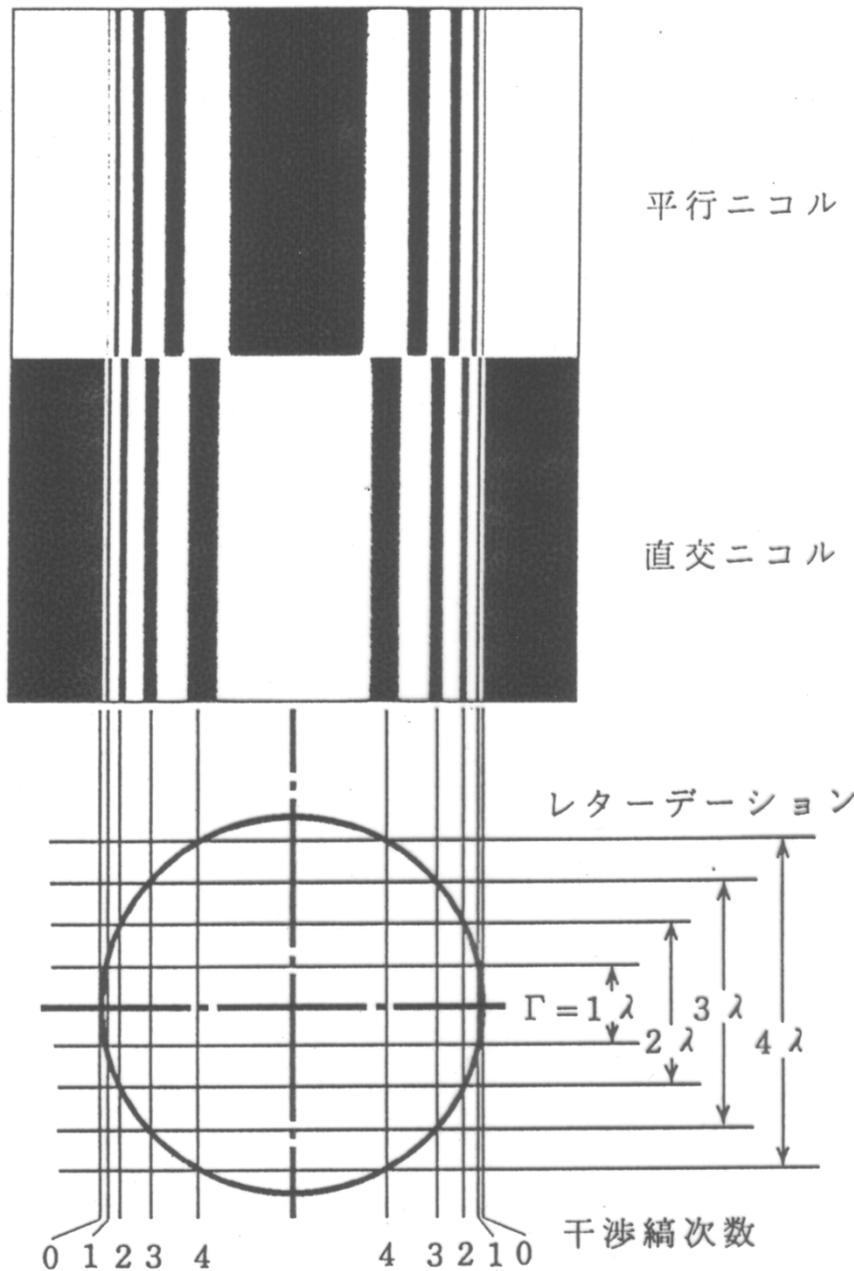
Γ : 光学遅延 (レターデーション)
 λ : 波長

$$\Gamma = y \Delta n$$

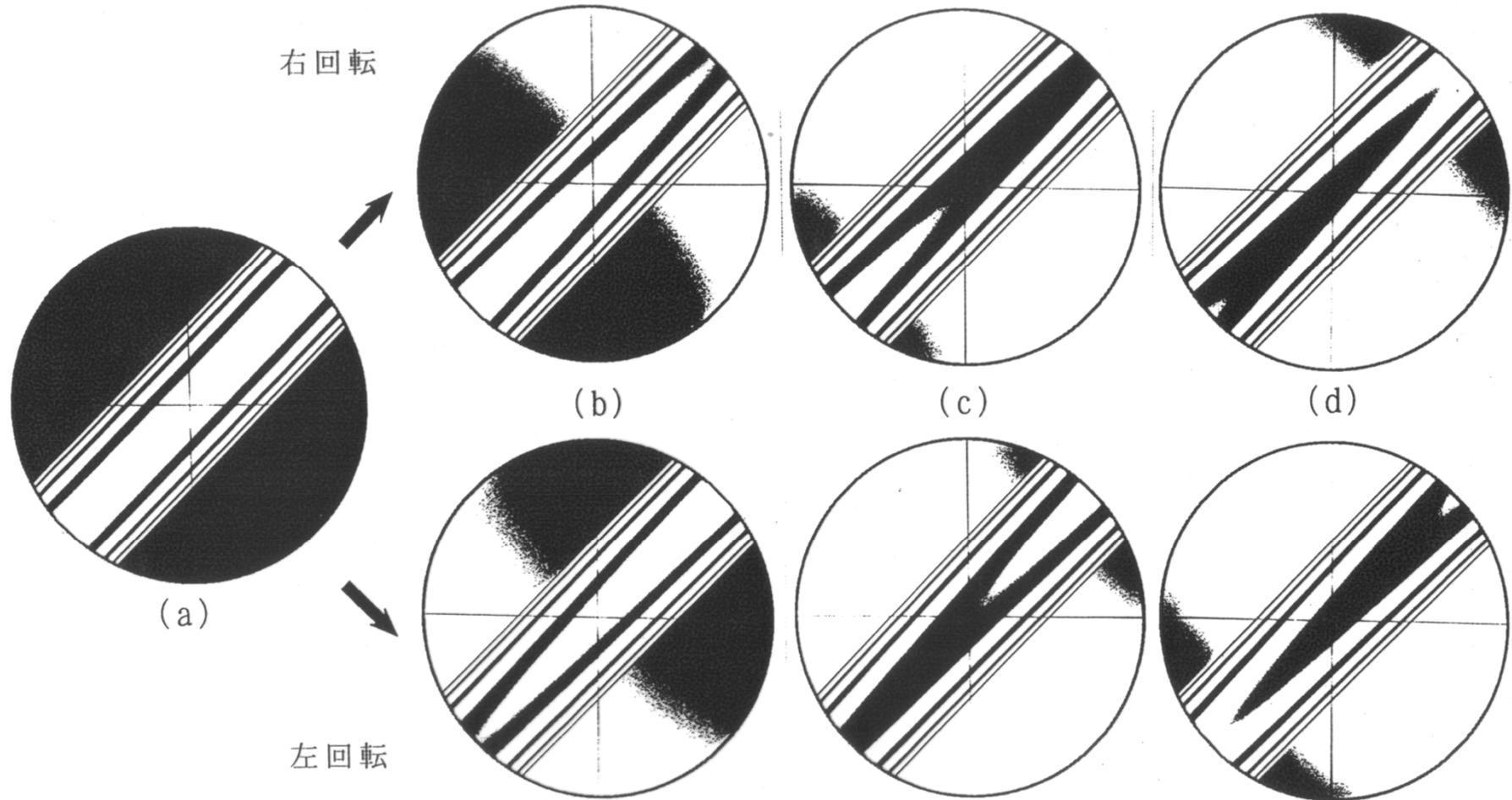
y : 光の透過距離

Δn : 複屈折

レターデーションが波長の整数倍
のときは、暗くなる

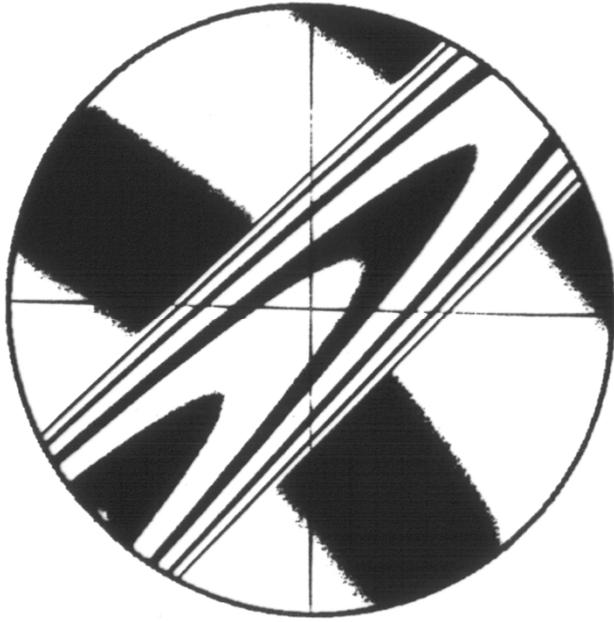


ベレック式コンペンセーターを入れた場合の像の変化

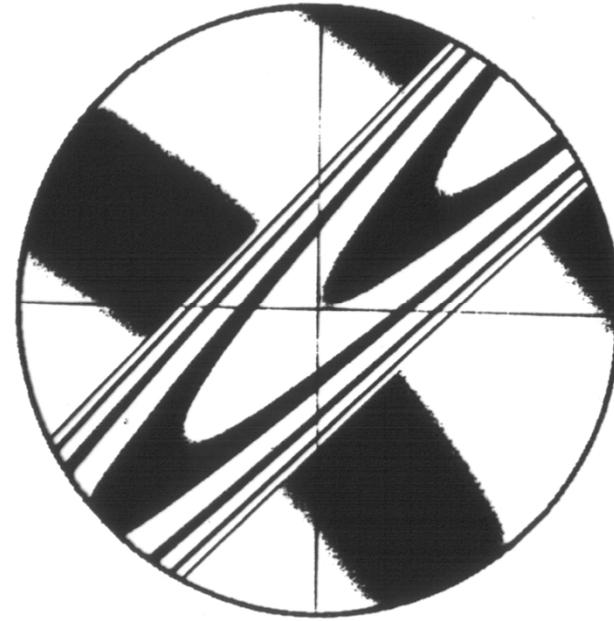


コンペンセーター=補償子 (可変波長板) 視野全体にレターデーションを付与する
(視野内にレターデーション分布が生じている)

複屈折が正の場合と負の場合

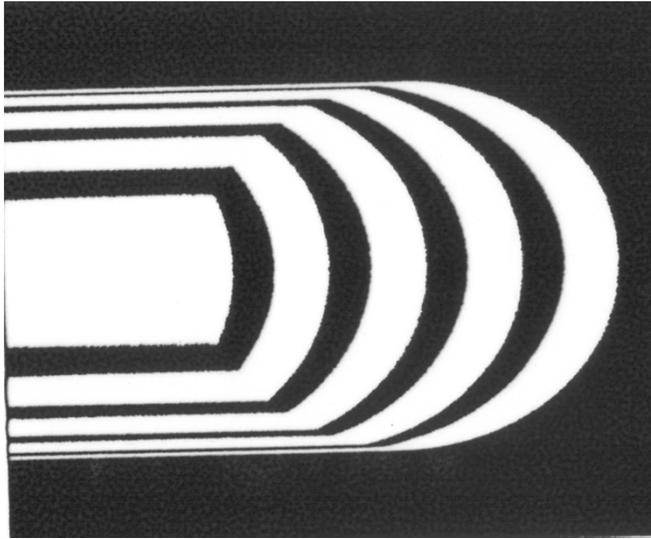


正

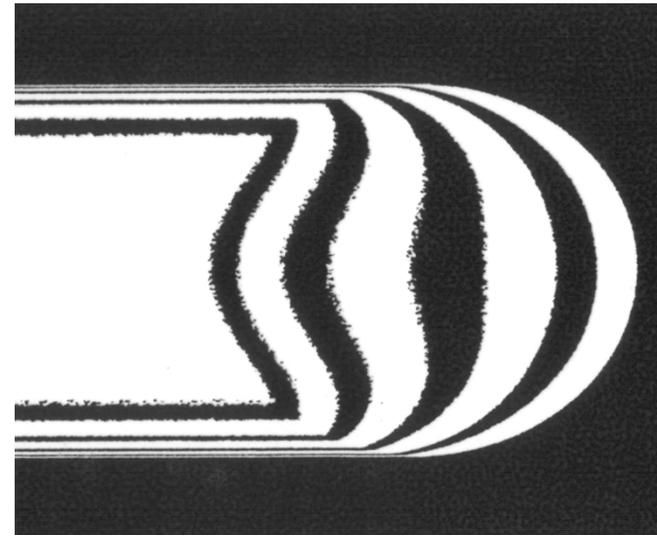


負

干渉縞の数え方 & 繊維断面内複屈折分布

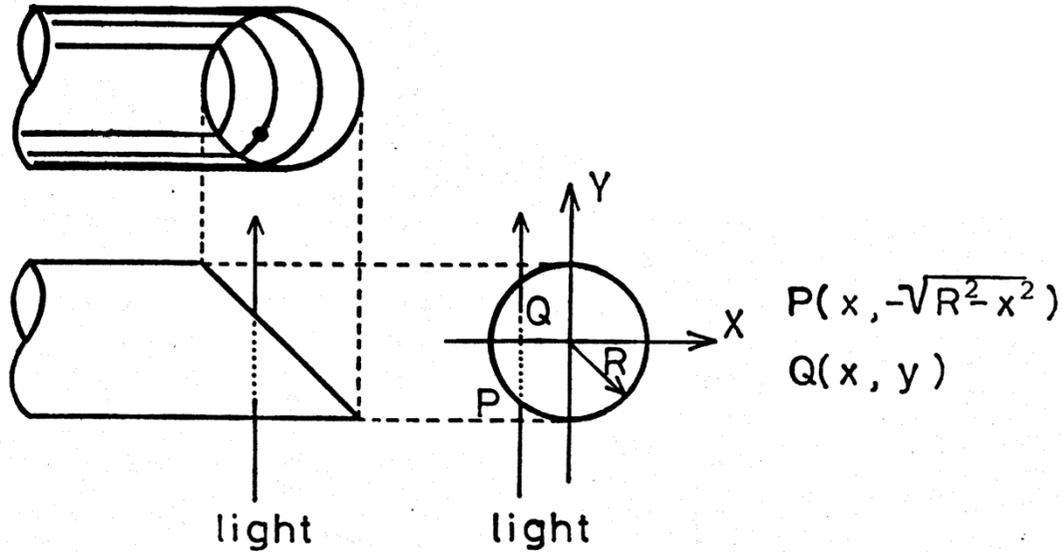


断面内均一



断面内分布

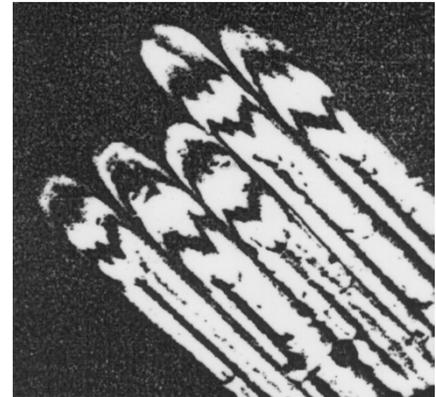
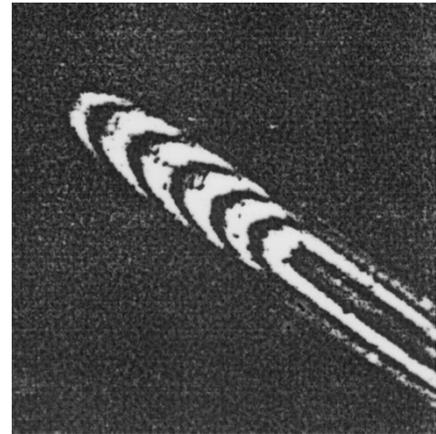
繊維斜断面内の干渉縞形状



- \overline{PQ} : OPTICAL PATH-LENGTH
- $\Delta n(r)$: LOCAL BIREFRINGENCE ($r = \sqrt{x^2 + y^2}$)
- λ : WAVE LENGTH
- $k = 1, 2, 3, \dots$

CONDITION FOR INTERFERENCE FRINGE EXISTENCE

$$\int_P^Q \Delta n(r) dy = k\lambda$$



直交ニコル下で観測される干渉色

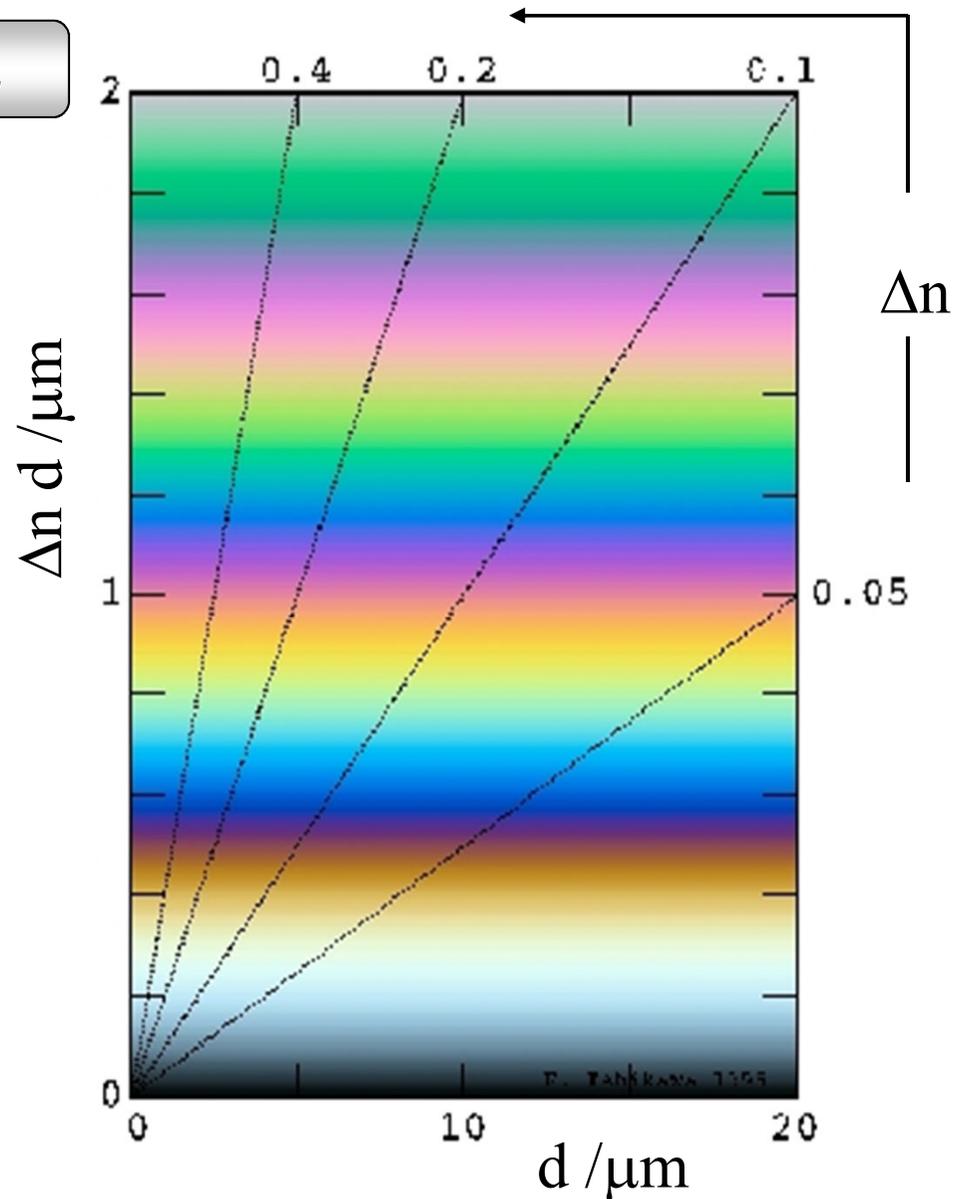
Michel-Levyのカラーチャート

試料の厚みと干渉色から
複屈折が求められる。

(図中の実線が、厚みの異なる
試料の等複屈折線)

$$I(\lambda) \propto \sin^2\left(\frac{\Gamma}{\lambda} \pi\right)$$

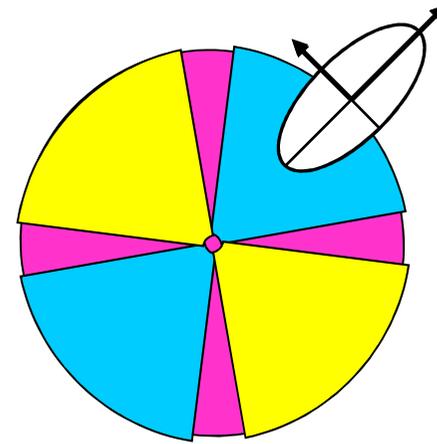
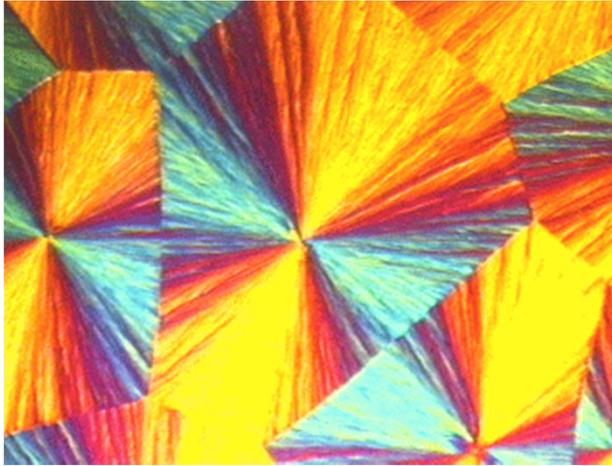
光学遅延(レターデーション)
 $\Gamma = \Delta n d$ における
波長 λ と透過光強度 $I(\lambda)$ の関係



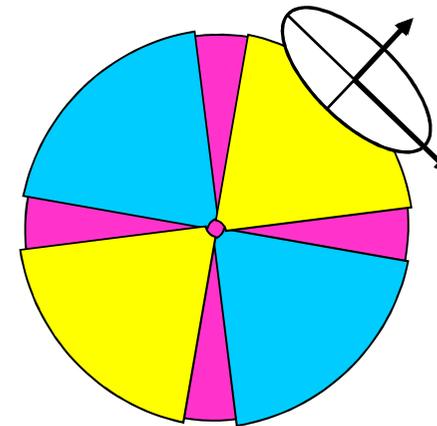
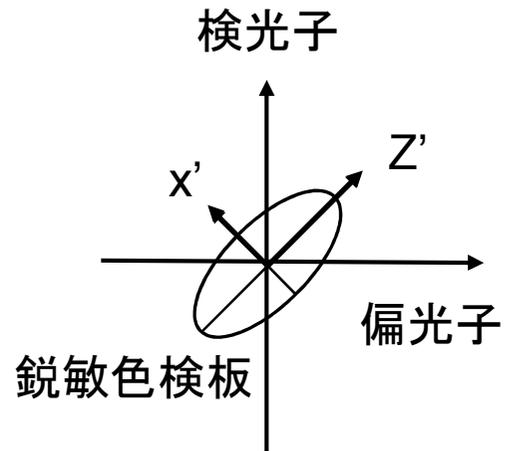
干渉色とレターデーション

レターデーション (nm)	消失色	干渉色 (直交ニコル)	次数	干渉色 (平行ニコル)	レターデーション (nm)	消失色	干渉色 (直交ニコル)	次数	干渉色 (平行ニコル)	
0		黒	1 次	輝白		暗紫赤	3 次	緑		
100		鉄灰		白		藍		淡黄	肌	
200	鋭敏色検板 (530 nm)	薄紫灰		黄白		緑青		青紫	青紫	
300		灰青		茶白		緑		灰青		
400	1 λ 青紫	白		茶黄		青		緑	緑	
500	1 λ 青	淡黄		明赤		青緑		紅	鈍紫	海緑
600	1 λ 黄	黄		藍		淡緑		灰青	青緑	薄紫
700	1 λ 赤	橙		青		緑黄色		明緑	紅	紅
800	2 λ 青紫	赤		青緑		黄		緑灰	白灰	灰赤
900	2 λ 青	紫		淡緑		橙		白	緋紅	青灰
1000	2 λ 黄	青	緑	明紅			緑			
		緑	2 次	紫赤	<p>2100</p> <p>2200</p> <p>2300</p>	<p>λ 赤</p> <p>λ 黄</p> <p>λ 赤</p> <p>4 λ 黄</p> <p>5 λ 青</p>	4 次	青		
		黄緑		紫				藍	青	青
		黄		紺				紺	青	青
		橙	緑青	緑青				赤		
		赤橙						緑		

鋭敏色検板による球晶の正負の判定



正の球晶



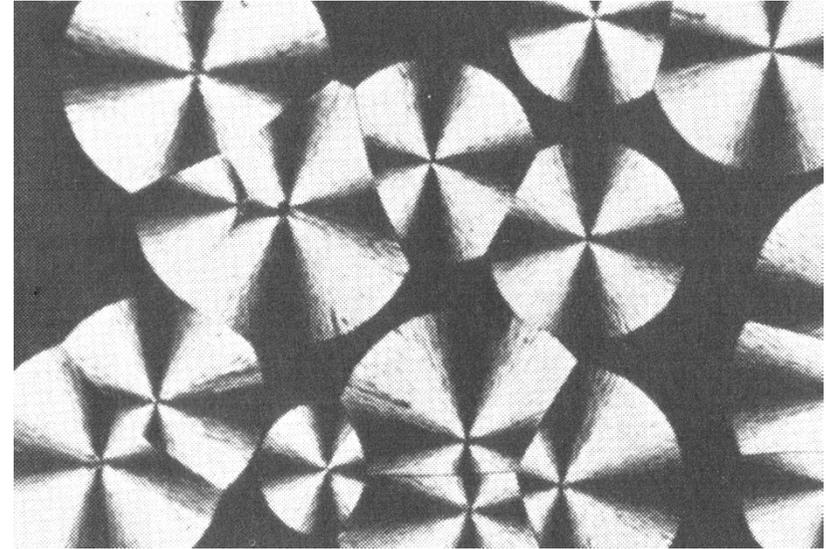
負の球晶

球晶内に生じるリング模様



球晶成長方向

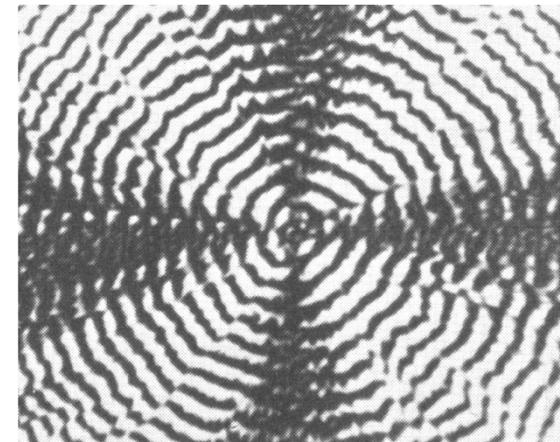
単位格子の方向



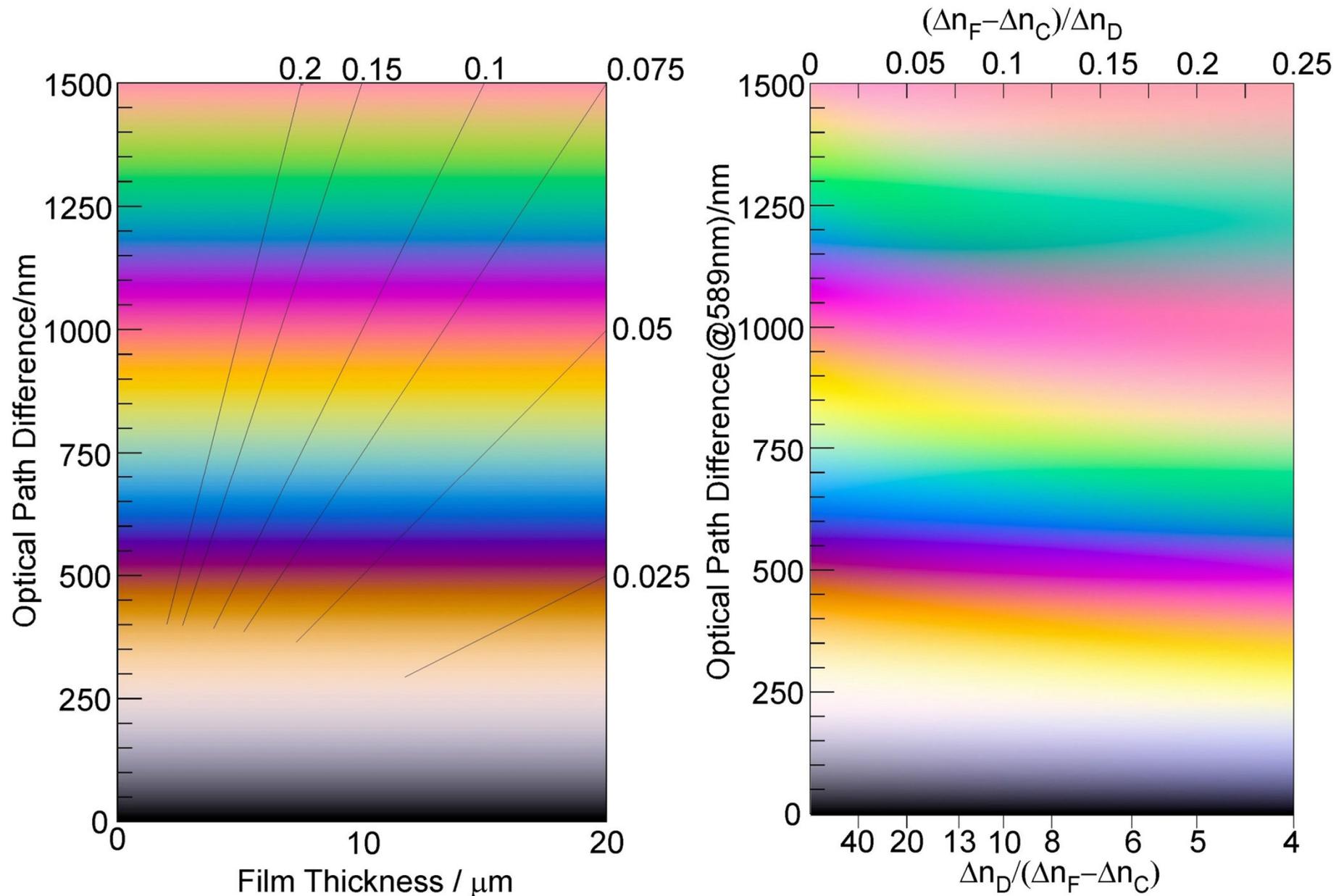
単リング模様



二重リング模様



干渉色に対する複屈折分散の影響



- 東京工業大学 石川謙助教授 C線(赤: 656 nm), D線(黄: 587 nm), F線(青: 486 nm)