

## 9. 楕円偏光の測定方法

### 1) 楕円偏光の表現

一般的に、直線偏光が位相差板に入射したとき、透過光は楕円偏光になります。

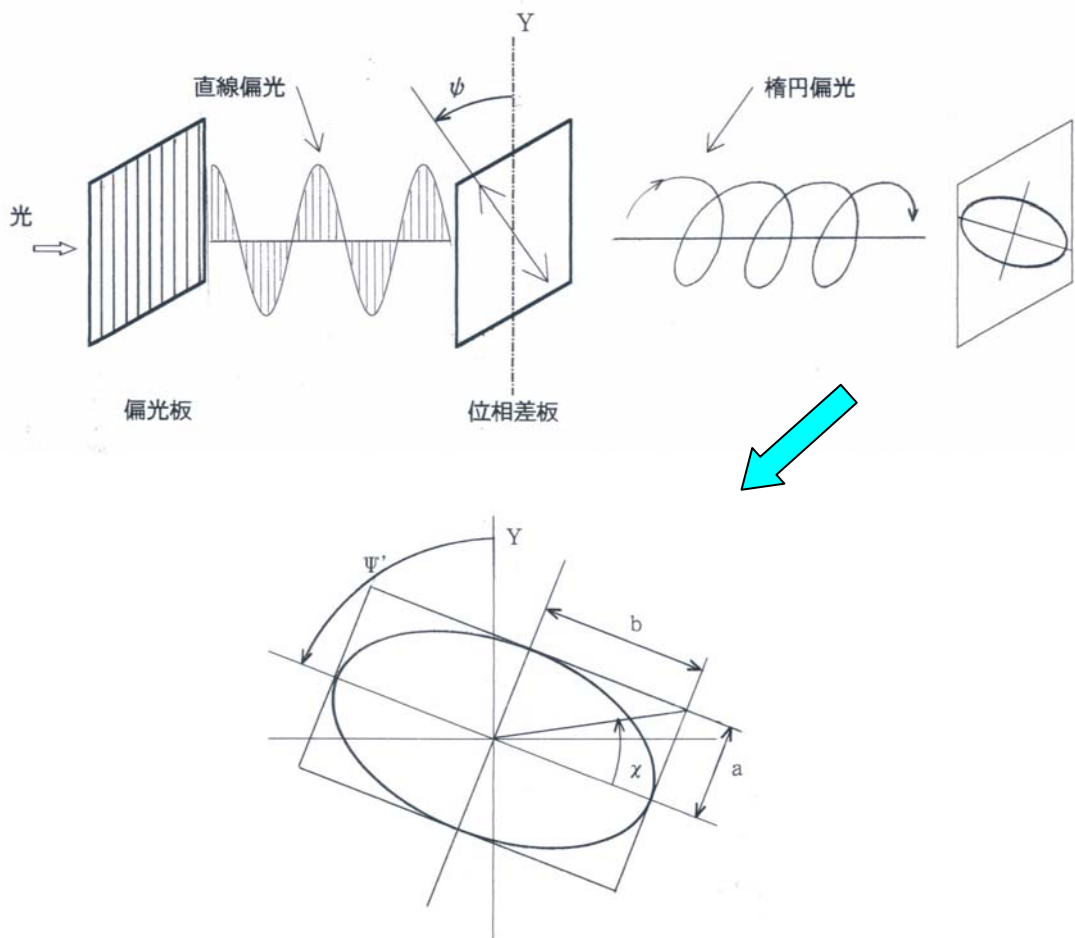


図1 楕円偏光の説明図

楕円偏光の状態は楕円率と楕円方位角で表され、それぞれ次のようになります。

$$\frac{a}{b} = \tan \chi \quad ; \text{楕円率}$$

$\psi'$  ; 楕円方位角(入射直線偏光の透過軸を基準)

## 2) 楕円偏光の測定方法

一般的に、楕円偏光を測定するには受光側に偏光板(検光子)を置いて、それを一回転したときの光量変化を検出します(回転検光子法)。試料透過光の楕円率と楕円方位角だけを測定する場合は回転検光子法で十分ですが、例えば試料が偏光板と位相差板の貼合品で、それぞれの軸方位および位相差板のレターレーションも併せて測定したい場合は、図2のような測定系を用います。

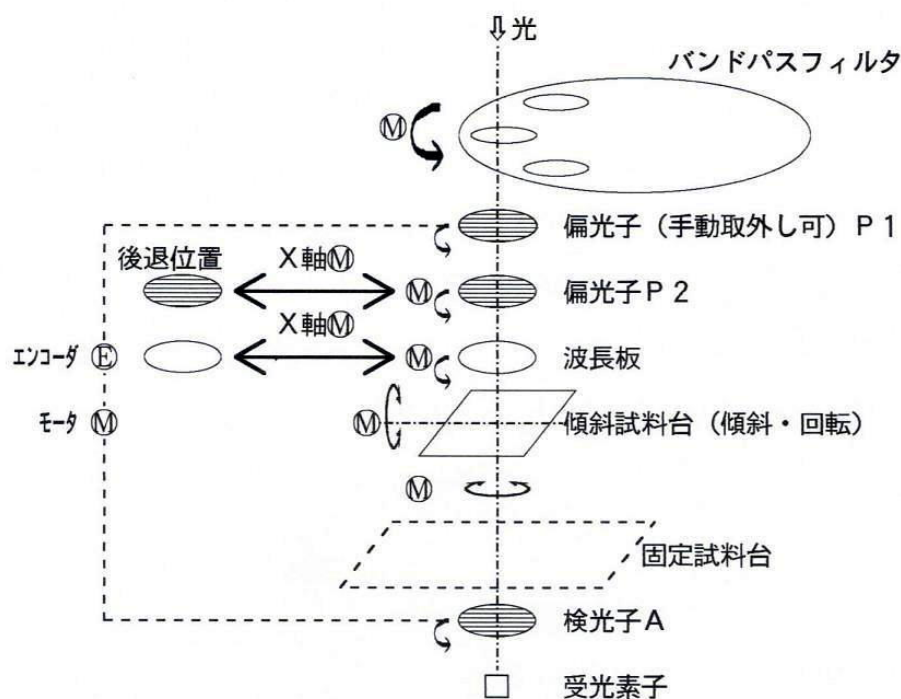


図2 KOBRA-WPR の測定系

PR ソフトのメニュー1. 楕円偏光板測定を選択し、次の手順で測定します。

(※ ②から④はすべて自動動作)

- ① 試料の楕円偏光板を偏光板側が下になるようにして、固定試料台あるいは傾斜試料台にセットします。
- ② (すでに偏光子 P1 は取り外した状態で) 偏光子 P2 を後退位置にし、検光子 A のみを一回転して透過光量を取り込み(回転検光子法)、演算を行って試料の偏光板透過軸方位  $\phi_p$  を求めます。
- ③ 検光子 A の透過軸を  $\phi_p$  の方向にして固定します。
- ④ 偏光子 P2 を測定系に出した後、一回転して透過光量を取り込み(回転偏光子法)、演算を行って図3 測定例の各数値を求めます。

このような回転偏光子法で検出される透過光強度を  $I(\theta)$  とすると、次式で表されます。

$$I(\theta) = I_0 \left\{ \cos^2 \psi \cos^2(\theta - \phi_p - \psi) + \sin^2 \psi \sin^2(\theta - \phi_p - \psi) - \frac{1}{2} C \cdot \sin 2\psi \sin 2(\theta - \phi_p - \psi) \right\} \quad \text{①}$$

$$\text{ただし、 } C = \cos \frac{2\pi R}{\lambda} \quad \text{②}$$

$\theta$  ; 偏光子 P2 の回転角

$\phi_p$ ; 試料の偏光板透過軸方位

$\phi$  ; 位相差板と偏光板の貼合角

$\lambda$  ; 測定波長

$R$  ; 位相差板のレターデーション

図 3 は KOBRA-WPR を用いて、偏光板と  $R \approx 130\text{nm}$  の位相差板の貼合品(貼合角約  $30^\circ$ ) を 5 つの波長で測定した例です。[上部のグラフが  $I(\theta)$  の図]

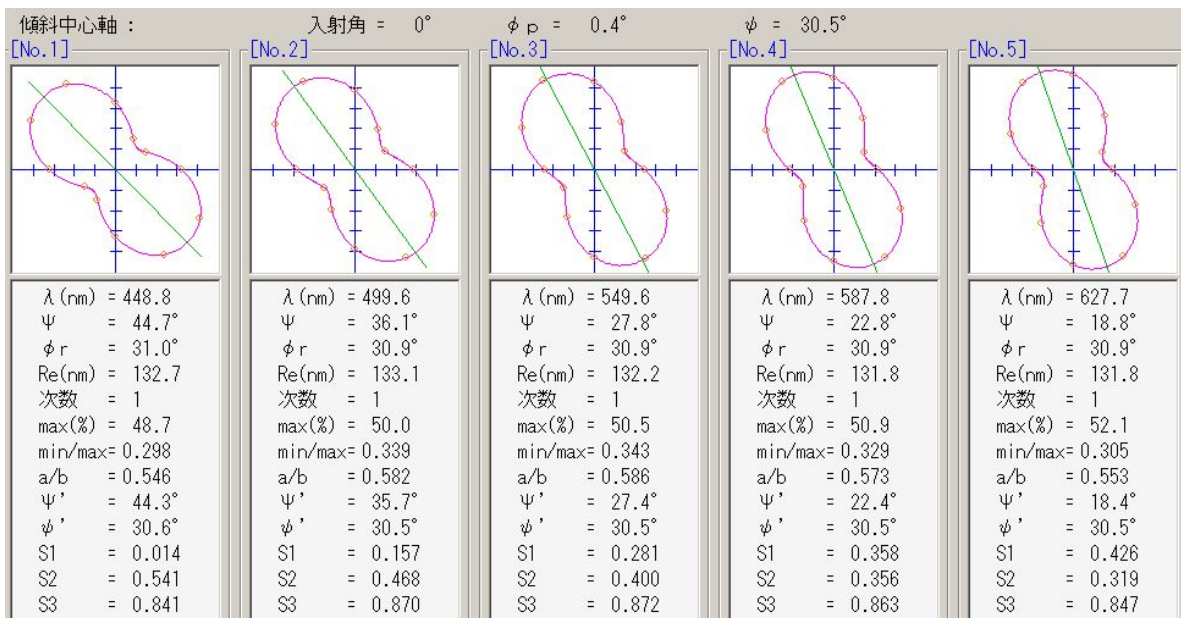


図 3 楕円偏光板の測定例

この楕円偏光の状態を、ポアンカレ球の赤道面への正射影としてグラフにすると図4のようになります。入射光が直線偏光で位相差板が一枚のときは、波長ごとの各点はこの図のように、入射直線偏光を示す点 POL を通る一直線上に並びます。

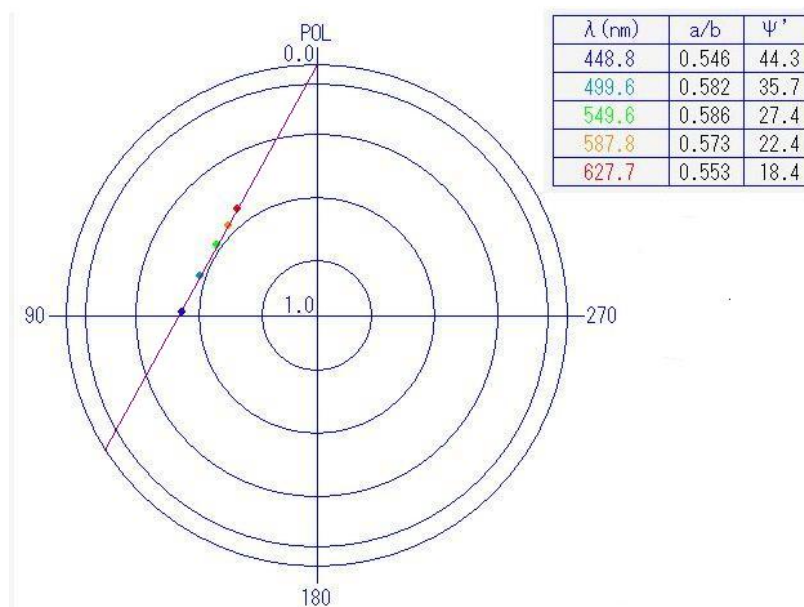


図4 偏光板+位相差板の透過光の偏光状態

偏光板+STN セルの透過光を測定したときは、図5のようになり波長ごとの各点は一直線上には並びません。

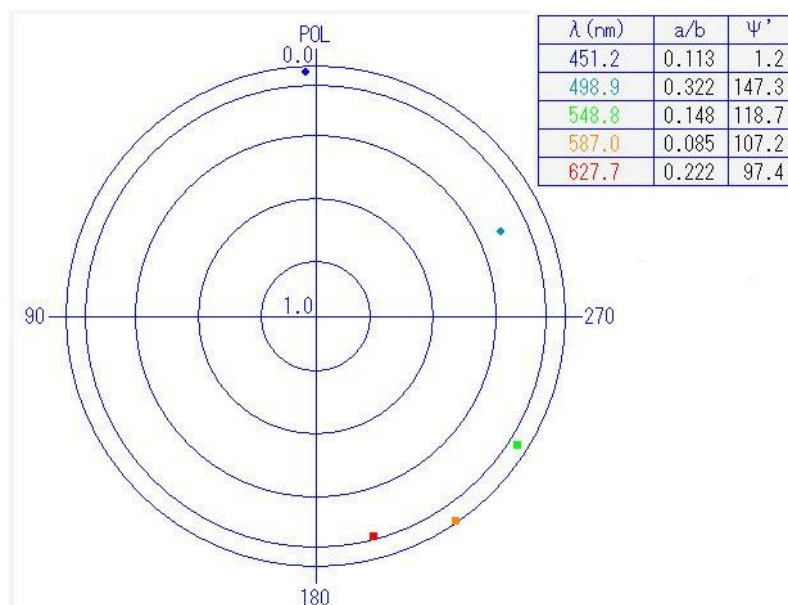


図5 偏光板+STN セルの透過光の偏光状態

### 3) ストークスパラメータによる偏光状態の表現

偏光状態を、図6のようなストークスパラメータ  $S_0, S_1, S_2, S_3$  を用いて表す場合があります。

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= S_0 \cos 2\chi \cos 2\psi \\ S_2 &= S_0 \cos 2\chi \sin 2\psi \\ S_3 &= S_0 \sin 2\chi \end{aligned} \right\} \textcircled{3}$$

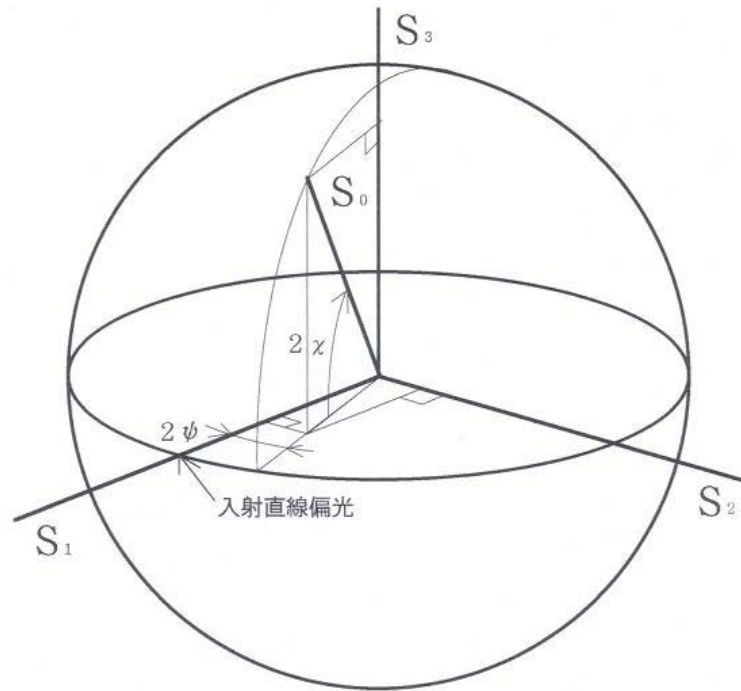


図6 ストークスパラメータによる楕円偏光の表示

$S_0$  は光の全強度に相当しますが、簡単のために  $S_0=1$  として正規化すると、 $S_1, S_2, S_3$  はすべて  $-1 \sim 1$  の値を取ります。今、 $S_1=1$  の点を入射直線偏光とすると、 $S_1, S_2, S_3$  の値によって次のように偏光状態が対応します。

表 1 ストークスパラメータの値と偏光状態

$S_1$	$S_2$	$S_3$	偏光状態
1	0	0	方位 $0^\circ$ の直線偏光
0	1	0	方位 $45^\circ$ の直線偏光
-1	0	0	方位 $90^\circ$ の直線偏光
0	-1	0	方位 $135^\circ$ の直線偏光
0	0	1	右回りの円偏光
0	0	-1	左回りの円偏光

※ ただし、方位  $0^\circ$  の直線偏光は入射直線偏光の意味

$S_3$  の値の正負はそれぞれポアンカレ球の北半球・南半球に対応します。楕円偏光をさらに次の位相差板によって変換する場合に、透過光の偏光状態を議論するためには入射楕円偏光が北半球・南半球いずれに存在しているかが重要になります。

KOBRA-WPR では、図 1 の測定系において一度回転偏光子法によって測定した後に、波長板を測定系に出して試料と波長板との重ね合わせ状態を作り、もう一度回転偏光子法によって測定します。その結果、偏光状態がどのように変わったかを調べて、 $S_3$  の正負を自動的に判断する機能を設けています。