

## 部分偏光に関する実験と評価方法の検討

09/06 付けの報告書「KOBRA - WPR を利用した部分偏光の評価方法」の中で、偏光の種類には非偏光、完全偏光および部分偏光があることを説明し、透明ガラス板に非偏光が斜め入射したときの透過光は部分偏光になり、それは非偏光と直線偏光の合成で表されることを実験的に確かめた。ここでは、主にビームスプリッタ（以下 BS と略す）を透過した光の偏光状態を調べるとともに、部分偏光が非偏光と楕円偏光の合成になっている場合について、その評価方法を検討したので報告する。

### 実験に使用した装置とソフトウェア

- |         |           |             |
|---------|-----------|-------------|
| ・装置     | 楕円偏光測定装置  | KOBRA - WPR |
| ・ソフトウェア | 楕円偏光測定ソフト | KOBRA - PR  |
|         | 位相差測定ソフト  | KOBRA - RE  |

### 試料

- ・広帯域無偏光 BS S322-20-550N（駿河精機）
- ・プレート型 BS 45325（エドモンド・オプティクス・ジャパン）
- ・プレート型 BS 47023（エドモンド・オプティクス・ジャパン）
- ・位相差フィルム R100\_1 と R100\_2（OSI 所有、いずれも R 100nm）

### 結果

BS に非偏光を入射したときの透過光は部分偏光となり、その部分偏光は非偏光と直線偏光の合成と見なしてよい。

非偏光と楕円偏光の合成の評価は、その光を位相差板で変化させた状態を実測し、二重のポアンカレ球で内側のポアンカレ球の半径  $S_0$  を変えて計算し、実測の楕円率・楕円方位と最も近くなるときの  $S_0$  の値を求めれば、入射光の楕円率も計算できる。

### 測定方法

広帯域無偏光 BS は図 1 のように KOBRA - WPR の標準板用のアルミ板に両面テープで固定し、プレート型 BS は通常の傾斜測定用の試料ホルダーに挟んで、それぞれ KOBRA - WPR の傾斜試料台にセットした。

広帯域無偏光 BS は水平に保持し、プレート型 BS は  $45^\circ$  に傾斜し、いずれも測定波長 550nm で非偏光を入射したときの透過光について、図 2 のように回転検光子法によって偏光状態を調べた。

次に試料自体はと同じ条件で、図 3 のように T 型試料台に載せた位相差フィルム R100\_1 を装置の固定試料台にセットして、図 4 ( a ) のような測定系で全体を透過する光の偏光状態を回転検光子法により調べた。

さらに、 の条件に加えて T 型試料台に載せた位相差フィルム R100\_1 の下に位相差フィルム R100\_2 を載せたものを固定試料台にセットして、図 4 ( b ) のような測定系で全体を透過する光の偏光状態を回転検光子法により調べた。

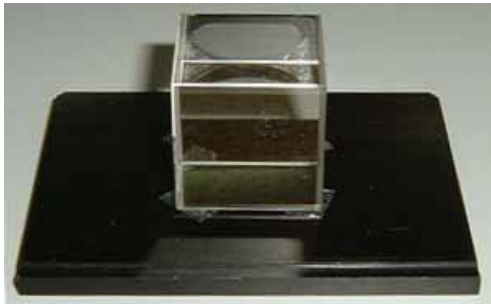


図1 広帯域無偏光BSの固定方法

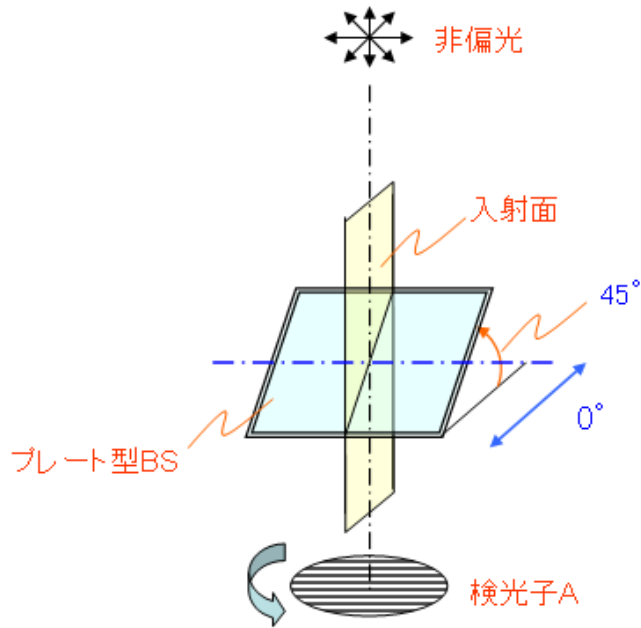


図2 BS単体の透過光の測定系

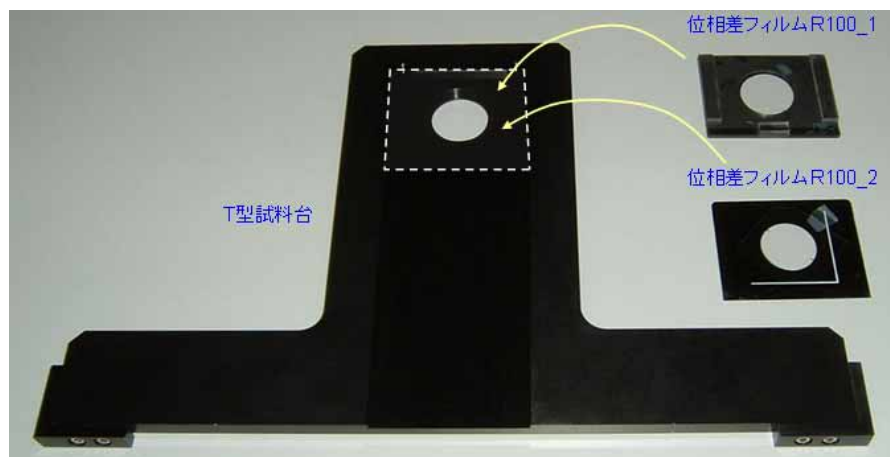


図3 位相差フィルムとT型試料台

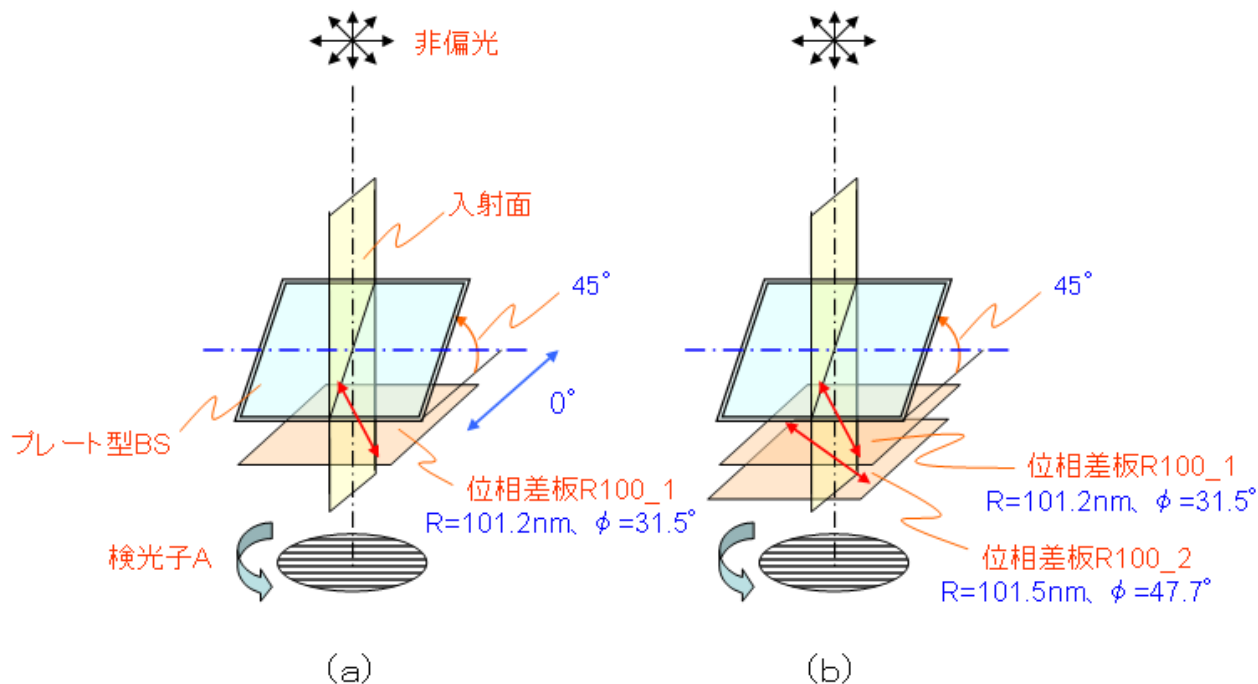


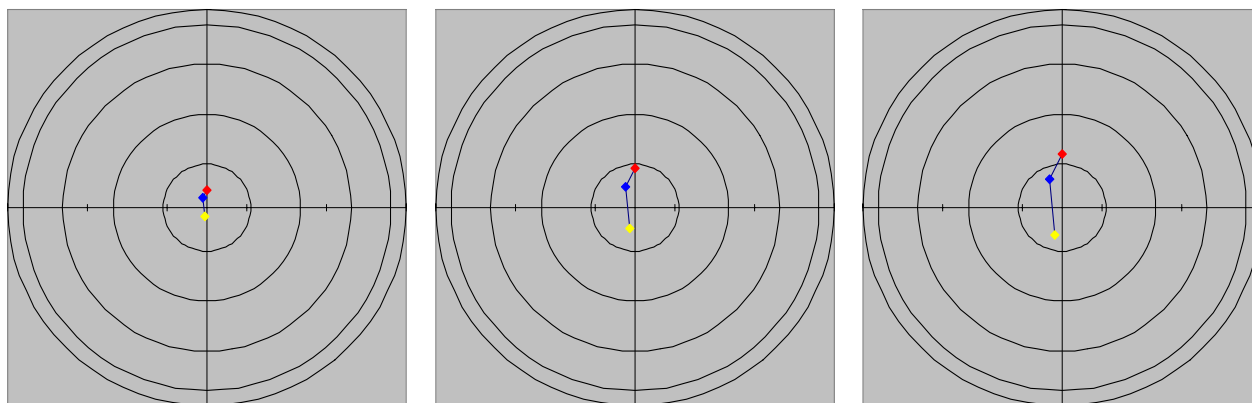
図4 BS透過光を位相差フィルムで変換するときの測定系

測定結果

測定方法 それぞれの測定結果をまとめると、表1および図5のようになる。

表1 図2、図4(a)(b)の状態の楕円偏光実測値

		BS 単体 図2	BS+R100_1 図4(a)	BS+R100_1+R100_2 図4(b)
広帯域無偏光 BS S322	楕円率	0.915	0.950	0.953
	楕円方位(°)	179.2	11.1	83.6
プレート型 BS 45235	楕円率	0.818	0.890	0.899
	楕円方位(°)	179.7	11.7	82.7
プレート型 BS 47023	楕円率	0.758	0.852	0.864
	楕円方位(°)	179.8	12.0	82.4



広帯域無偏光BS

プレート型BS45235

プレート型BS47023

図5 表1の測定結果をポアンカレ球赤道面へ表した図

## 評価方法

報告書「KOBRA - WPR を利用した部分偏光の評価方法」では、非偏光と直線偏光の合成で表される部分偏光を二重のポアンカレ球を用いて解析した。計算シート[部分偏光の評価方法]

一般的に考えると、部分偏光は必ずしも非偏光と直線偏光の合成のみではなく、非偏光と楕円偏光の合成と考えることもできる。例えば図4 ( a ) の場合、BS の透過光が非偏光と直線偏光の合成であったとしても、位相差フィルム R100\_1 透過後の光は明らかに非偏光と楕円偏光の合成になると言える。

そこで、図5の青色の点がどの程度の楕円偏光と非偏光の合成であるかを評価する方法を考える。そのためには、図5の青色の点が位相差フィルム R100\_2 によって移動したときの測定結果と、ポアンカレ球上の点の移動をシミュレーションする計算結果とを比較して、両者の値が最も近くなるときの計算条件を求めことにする。

すなわち、図6において図5の青色の点を外側の半径1のポアンカレ球上に現したときには点 $M_1$ であるとし、二重のポアンカレ球の内側の球の半径 $OM_1''$  (=  $S_0$ とする)の長さを変えて位相差板R100\_2による移動後の点を計算する。位相差板R100\_2の位相差と軸方位は固定で回転角も一定であるので、 $S_0$ の長さによって移動後の点 $M_3''$ が決まる。点 $M_3''$ は外側の半径1のポアンカレ球上では点 $M_3$ になり、この点は図4 ( b ) の測定系を用いた測定により実測できる。したがって、計算の中で $S_0$ の値を変えていき、実測の点 $M_3$ の楕円率と楕円方位に最も近くなるときの $S_0$ の値を求めれば、点 $M_1''$ の楕円率は次式で表される。

$$\text{点}M_1''\text{の楕円率} = \tan\left\{\frac{1}{2}\cos^{-1}\left(\frac{\cos 2\chi}{S_0}\right)\right\}$$

$S_0$ 値は手入力であるが、計算シート[ポアンカレ球\_非偏光 + 楕円偏光]で実測と計算の比較ができる。

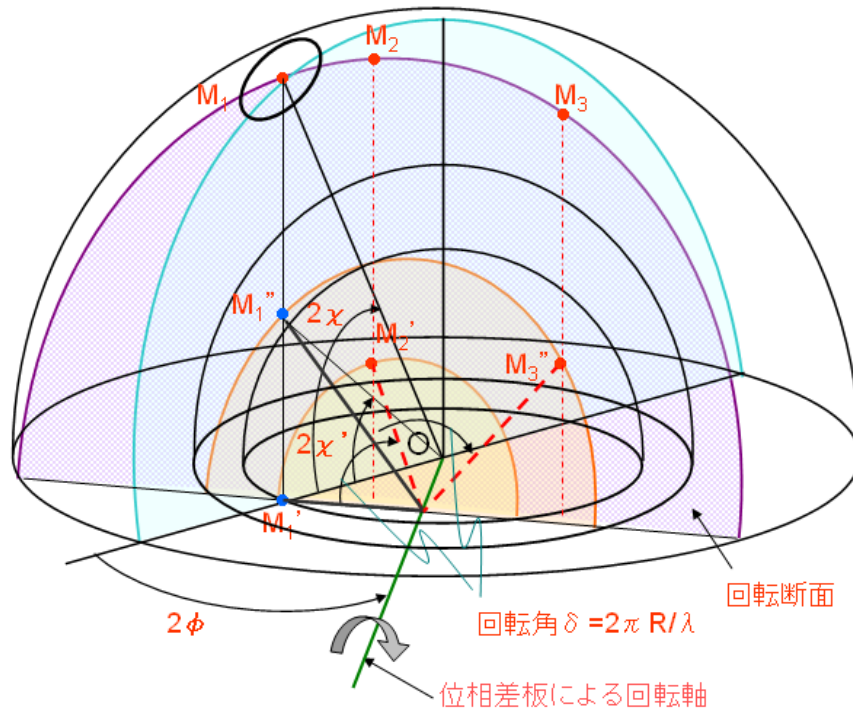


図6 部分偏光の点を位相差板で移動する様子をポアンカレ球で説明した図

BS単体の透過光の実測値は表1のBS単体の欄のようになるが、これを非偏光と直線偏光の合成と見なせば、図6中の最も小さいポアンカレ球の点M<sub>1</sub>'として扱うことになる。また、非偏光と楕円偏光の合成と見なせば、前述の説明と同様に点M<sub>1</sub>”として扱うことになる。

表1のBS+R100\_1の状態、R100\_1への入射光を非偏光+直線偏光として計算した場合と、非偏光+楕円偏光として計算した場合、およびBS+R100\_1+R100\_2の状態、R100\_2への入射光を非偏光+楕円偏光として計算したときの結果をまとめると、表2のようになる。

表2 位相差フィルムによる偏光状態の変化を計算した結果

試料		BS+R100_1		BS+R100_1+R100_2
		入射光を（非偏光+直線偏光）として計算	入射光を（非偏光+楕円偏光）として計算	入射光を（非偏光+楕円偏光）として計算
広帯域無偏光 BS S322	a / b	0.9510	0.9507	0.9534
	(°)	11.36	11.15	83.66
	入射光の偏光度(%)	8.86		
	So		0.0886	0.0876
	入射光の楕円率		0.0031	0.5117
プレート型 BS 45325	a / b	0.8921	0.8912	0.8992
	(°)	11.90	11.61	82.80
	入射光の偏光度(%)	19.82		
	So		0.19824	0.1953
	入射光の楕円率		0.0041	0.5047
プレート型 BS 47023	a / b	0.8548	0.8539	0.8641
	(°)	12.02	11.77	82.48
	入射光の偏光度(%)	27.02		
	So		0.2702	0.2668
	入射光の楕円率		0.0036	0.5037

表1の実測値と表2の計算結果を比較すると、図7および図8のようになる。

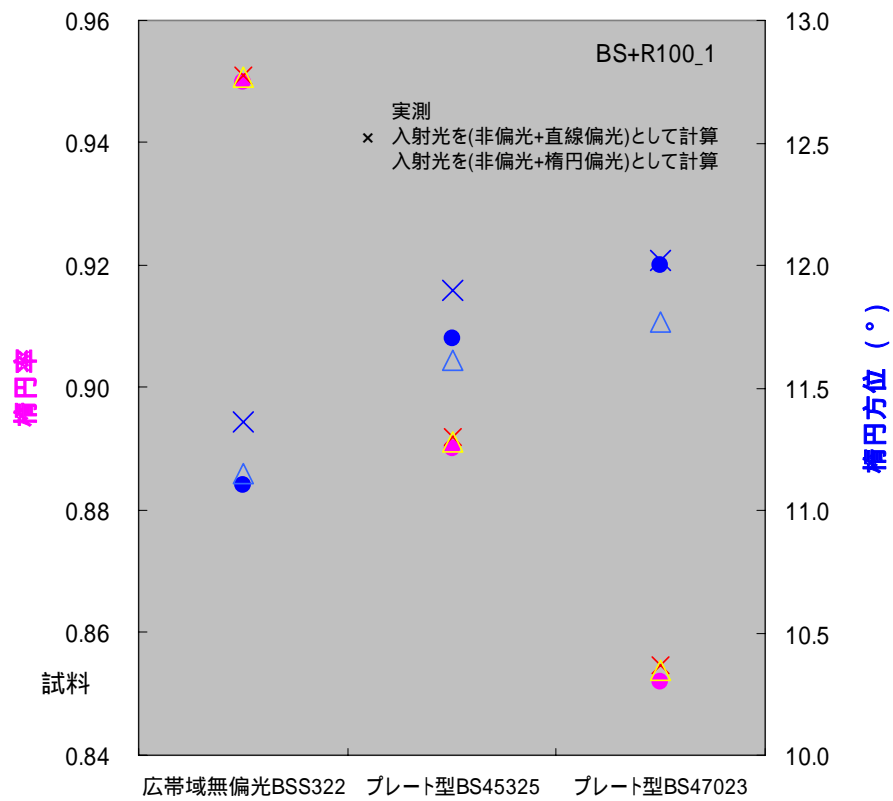


図7 BS+R100\_1の状態の実測と計算結果との比較

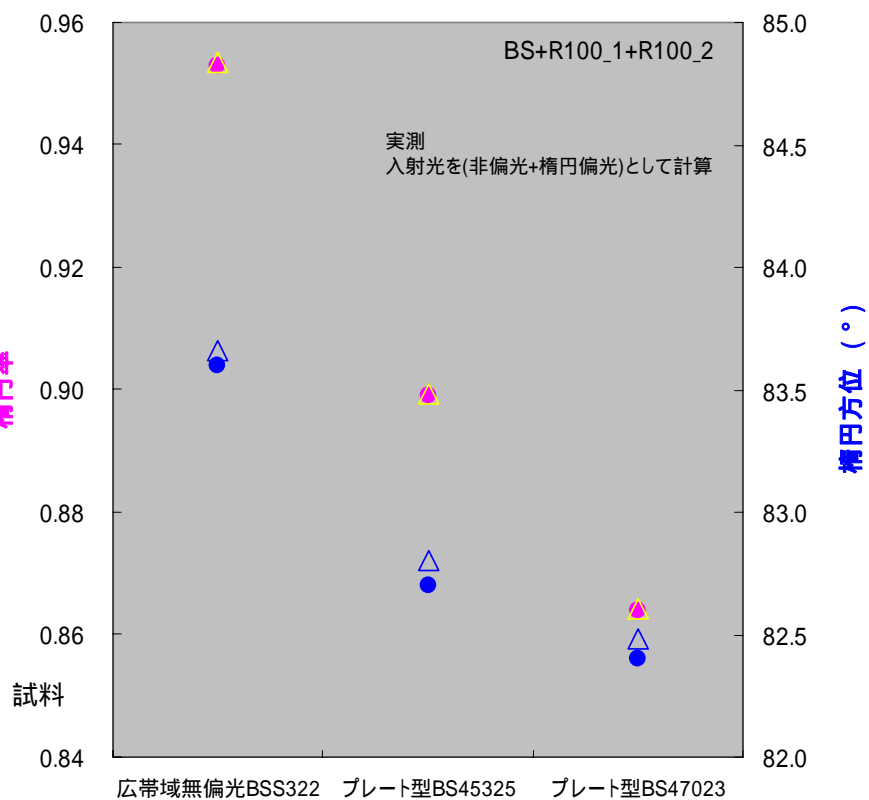


図8 BS+R100\_1+R100\_2の状態の実測と計算結果との比較

位相差フィルム R100\_1 への入射光すなわち BS 単体の透過光の扱いは、図 7 をみると楕円率は入射光を非偏光 + 直線偏光としても非偏光 + 楕円偏光としても殆ど差はない。楕円方位については非偏光 + 楕円偏光としたほうが僅かに実測に近いが、このとき入射光の楕円率は大きくても 0.004 程度であるので実質的には直線偏光と見なしても問題ないであろう。

位相差フィルム R100\_2 への入射光すなわち BS + R100\_1 の透過光の扱いは、前述の通り非偏光 + 楕円偏光として扱えばよく、図 8 のように実測値と計算結果とはよく一致している。

したがって、ある光が部分偏光であってそれが非偏光 + 楕円偏光の可能性がある場合、どの程度の楕円偏光であるかを調べるには、その光をさらに既知の位相差板で変化させたときの楕円率と楕円方位とを測定し、それを二重のポアンカレ球を用いた解析を行えばよいことになる。

以上