

一般化二重回転型ストークス偏光計

Dual rotating type of generalized Stokes polarimeter

宇大院工¹, 宇大 CORE², 埼玉医科大³ 水谷 亮太^{1,2}, 若山 俊隆³, ○大谷 幸利^{1,2}

Utsunomiya Univ.¹, Utsunomiya Univ. CORE², Saitama Medical Univ.³

Ryota Mizutani^{1,2}, Toshitaka Wakayama³, ○Yukitoshi Otani^{1,2}

E-mail: otani@cc.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

近年、偏光を応用した光学機器が多く存在している。これらの機器の高精度化や高付加価値化に伴い、今まで問題とされなかったわずかな偏光の問題が不良や誤差の要因となってしまう。そのため、偏光状態の計測は重要となる。偏光計測には様々な手法が提案されている。その中で位相子と検光子を二重回転させる手法があり、いままでに我々は位相子と検光子を 1 対 3 で回転させる手法を提案してきた¹⁾。しかし、二重回転させる手法は様々な回転比でも計測が可能であり、十分な検討を行っていなかった。そこで本研究では、回転比の条件によって解析式が異なる偏光子と位相子の二重回転型ストークス偏光計の解析式を一般化する。そして今回は、解析式を用いて様々な回転比でストークス・パラメータ計測をし、回転比による計測への影響を検討したので報告する。

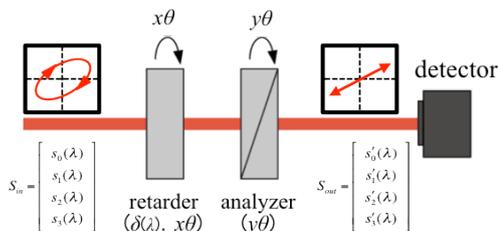


Fig. 1 Optical setup of dual rotating type of Stokes polarimeter

2. ストークス・パラメータの計測原理

Fig.1 に二重回転型ストークス偏光計の光学系を示す。これはサンプル透過後の偏光状態 S_m を計測する。位相子と検光子を $x : y$ の比で回転させたとき、検出器で得られる光強度 $I_x(\theta)$ は、

$$I_x(\lambda) = \frac{1}{2} I_0 \left[s_0(\lambda) + \cos^2\left(\frac{\delta(\lambda)}{2}\right) s_1(\lambda) \cos\{(2y)\theta\} + \sin^2\left(\frac{\delta(\lambda)}{2}\right) s_1(\lambda) \cos\{(4x)\theta - (2y)\theta\} + \sin^2\left(\frac{\delta(\lambda)}{2}\right) s_2(\lambda) \sin\{(4x)\theta - (2y)\theta\} + \cos^2\left(\frac{\delta(\lambda)}{2}\right) s_2(\lambda) \sin\{(2y)\theta\} + \{-\sin\delta(\lambda)\} s_3(\lambda) \sin\{(2x)\theta - (2y)\theta\} \right] \tag{1}$$

となる。

得られた光強度をフーリエ解析して、フーリエ係数 a_0, a_n, b_n より、位相子の複屈折位相差 $\delta(\lambda)$ は、回転比の条件にしたがってそれぞれ、

$$\delta(\lambda) = 2 \tan^{-1} \left(\frac{a_{|4x-2y|}(\lambda) - b_{|4x-2y|}(\lambda)}{a_{2y}(\lambda) + b_{2y}(\lambda)} \right) \quad \langle y/x \geq 2.5 \text{ の場合} \rangle, \quad \delta(\lambda) = 2 \tan^{-1} \left(\frac{a_{|4x-2y|}(\lambda) + b_{|4x-2y|}(\lambda)}{a_{2y}(\lambda) + b_{2y}(\lambda)} \right) \quad \langle y/x < 2.5 \text{ の場合} \rangle \tag{2}$$

また、入射光のストークス・パラメータ S_m は、

$$S_m = \begin{cases} \langle y/x > 1.5 \text{ の場合} \rangle \\ \begin{bmatrix} a_0 \\ 2(a_{|4x-2y|}(\lambda) + a_{2y}(\lambda)) \\ 2(b_{2y}(\lambda) - b_{|4x-2y|}(\lambda)) \\ 2(b_{|2x-2y|}(\lambda)/\sin\delta(\lambda)) \end{bmatrix} \\ \langle y/x = 1.5 \text{ の場合} \rangle \\ \begin{bmatrix} a_0 \\ 2(a_{|4x-2y|}(\lambda) + a_{2y}(\lambda)) \\ 2(b_{2y}(\lambda) + b_{|4x-2y|}(\lambda)) \\ 2(b_{|2x-2y|}(\lambda)/\sin\delta(\lambda)) \end{bmatrix} \\ \langle y/x < 1.5 \text{ の場合} \rangle \\ \begin{bmatrix} a_0 \\ 2(a_{|4x-2y|}(\lambda) + a_{2y}(\lambda)) \\ 2(b_{2y}(\lambda) + b_{|4x-2y|}(\lambda)) \\ -2(b_{|2x-2y|}(\lambda)/\sin\delta(\lambda)) \end{bmatrix} \end{cases} \tag{3}$$

で求めることができる。

位相子の複屈折位相差が求まるので、位相子の持つ波長分散 $\delta(\lambda)$ をキャリブレーションすることができ、高精度な偏光計測が可能となる。

3. 偏光計測における回転比の影響

Fig.2 に垂直直線偏光を計測した時の偏光パラメータの標準偏差を示す。この結果より、回転比が整数のとき、すべてのパラメータの標準偏差が小さくなり、その偏差には大きな差はなかった。したがって、今回の場合は回転比を整数の値にすることで繰り返し精度が向上することが分かった。

4. まとめ

位相子と検光子の二重回転によるストークス偏光計の解析式を一般化し、回転比に応じた解析式を示した。また、ストークス・パラメータ計測の回転比による影響を検討した。

参考文献: 1) 水谷亮太, 他: 紫外域の二重回転型分光ストークス偏光計, 第 59 回応用物理学関係連合講演会 (2012), 17a-GPI-8.

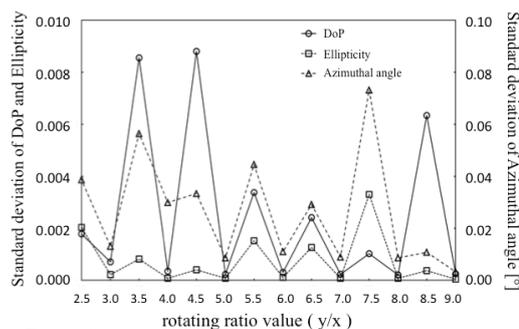


Fig. 2 Standard deviation of polarization parameter