

コヒーレント白色光を用いたチャネルド分光偏光計測

Spectroscopic Polarimetry with a Channeled Spectrum Using a Coherent White Light Continuum

染川智弘¹、岡和彦²、藤田雅之^{1,3}T. SOMEKAWA¹, K. OKA², M. FUJITA^{1,3}¹(財)レーザー技術総合研究所、²北大院工、³阪大レーザー研¹Inst. for Laser Tech., ²Grad. Sch. of Eng., Hokkaido Univ., ³Inst. of Laser Eng., Osaka Univ.

ABSTRACT

We carried out more detailed polarization measurements for the first time using a coherent white light continuum as the new light source of channeled spectropolarimetry. The white light continuum whose wavelength ranges from the UV to the IR region was generated in Kr gas by a terawatt femtosecond laser system. The complete set of Stokes parameter for white light was reconstructed from one spectral measurement.

1. はじめに

高強度短パルスレーザーの開発はライダーの新たな応用として発展している。高強度フェムト秒レーザーを希ガス中に集光すると紫外から赤外に及ぶ超広帯域なコヒーレント白色光の生成が見出された。この光源は元のレーザーと同様に指向性、干渉性、パルス幅、偏光といった性質を保持しており、ライダーの光源として用いる白色光ライダーの研究を進めている。

レーザーの偏光が散乱体の形状により変化することを利用する偏光ライダーでは直線偏光の解消度 δ を評価する。 δ は観測波長や散乱体の粒径に依存するため、評価は幅を持ったあいまいなものになる。そこで δ の波長依存性に着目して、任意の波長での多波長同時観測が可能である白色光の利点を活かした450、550、800nmの3波長での同時偏光観測を行ってきた¹⁾。より詳細な大気の偏光情報を得るためには、円偏光等の偏光情報も測定できる手法の開発が望まれるが、測定が煩雑になり、広い波長範囲の偏光情報を得ることはできない²⁾。そこで、エリプソメータに利用されるチャネルド偏光分光計測法³⁾をライダーに応用すべく研究を進めている。本論文では、コヒーレント白色光の広帯域性と高い指向性を活かした大気の偏光ストークスパラメータ測定を行うための基礎実験結果について報告する。

2. チャネルド分光偏光計測

チャネルド偏光分光計測法は、2枚の高次移相子の偏光干渉により得られるチャネルドスペクトルを利用する。他のエリプソメトリ手法のように、回転検光子や電気光学変調器等が不要で、白色光のスペクトル計測から散乱体の偏光ストークスパラメータを測定できる。

Fig. 1 にコヒーレント白色光を用いたチャネルド分光偏光計測の実験配置図を示す。波長 800 nm、パルス幅 100 fs、繰り返し周波数 10 Hz の高強度フェムト秒レーザーをレンズで1気圧のKrガスに集光させ、広帯域なコヒーレント白色光に変換する。得られた白色光は曲率10 mのミラーで再びコレレートされ、高次移相子である水晶の結晶 R1、R2、検光子であるグランレーザープリズム A を透過する。

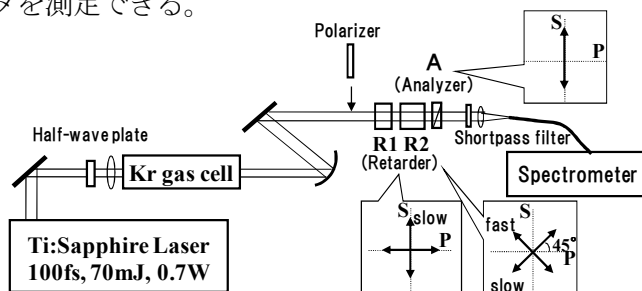


Fig. 1 Schematic diagram of the spectroscopic polarimetry with a channeled spectrum using a coherent white light continuum.

R1、R2 はそれぞれ2mm、4mm の厚さであり、結晶軸は図に示すように R2 は R1 に対して45度傾けられている。A は R1 の遅軸と同様な透過方向であり、白色光のそれぞれの波長成分は水晶の厚さに依存した位相遅れを受け、Fig. 2(a)に示すような振動する成分を持つチャネルドスペクトルを形成する。得られたチャネルドスペクトルをフーリエ変換等で復調することで、規格化したストークスパラメータ ($S_1/S_0, S_2/S_0, S_3/S_0$) を得ることができる Fig. 2(b)。Fig.2 で示したチャネルドスペクトルは白色光にポラライザーを挿入した45度の直線偏光 ($S_1/S_0, S_2/S_0, S_3/S_0$) = (0, 1, 0) であり、一度のスペクトル測定のみから白色光のストークスパラメータを決定することができる。

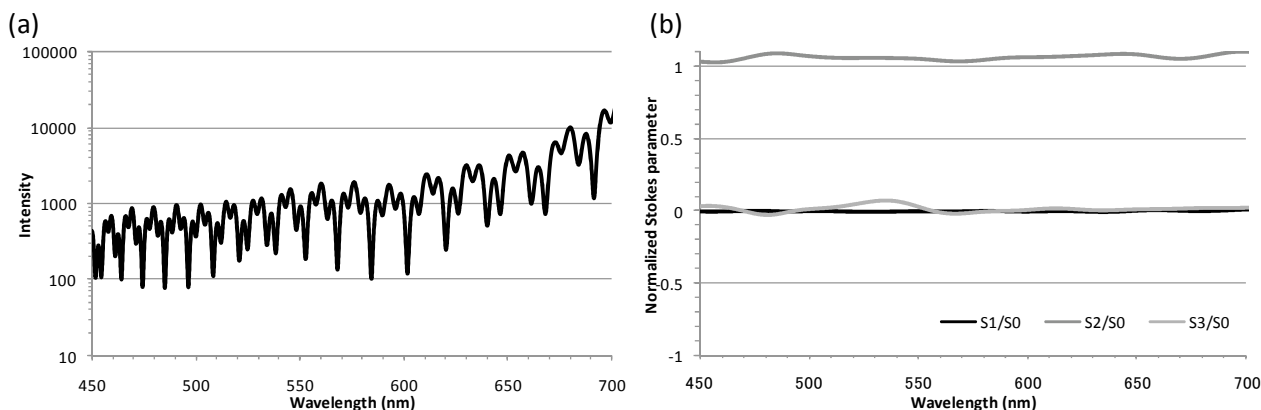


Fig. 2. (a) Channeled spectrum and (b) Normalized Stokes parameters for the white light when its orientation is set to $(S_1/S_0, S_2/S_0, S_3/S_0) = (0, 1, 0)$.

3. チャネルド分光偏光計測をライダーに応用

Fig. 3 にチャネルド分光偏光計測をライダーに応用した実験配置図を示す。チャネルド分光偏光計測では2枚の高次移相子と検光子を散乱光受光部に挿入し、スペクトルを取得すればよいので既存の白色光ライダーシステムへの装置の組み込みは容易である。検光子Aで蹴られた大気散乱光を光電子増倍管で信号を取得することで、雲、エアロゾル等の高度分布情報を同時に得ることも可能である。こうしたシステムでスペクトルを測定するだけで、雲、エアロゾル、黄砂等の詳細な偏光情報を得ることが可能である。

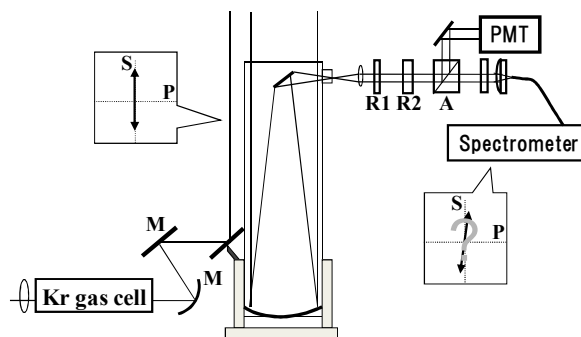


Fig. 3 Schematic diagram of the white light channeled lidar system.

4. まとめ

コヒーレント白色光を用いて、1回のスペクトル測定から散乱光の詳細な偏光情報を得るチャネルド分光偏光計測法を開発した。ライダーへの応用を行えば雲、エアロゾル等からの偏光解消情報を詳細に決定できるため、新たな観測法の開発が期待できる。

参考文献

- 1) T. Somekawa, C. Yamanaka, M. Fujita and M. C. Galvez, J. Appl. Phys., **103**, 043101, 2008.
- 2) J. D. Houston and A. I. Carswell, Appl. Opt., **17**, 614, 1978.
- 3) K. Oka and T. Kato, Opt. Lett., **24**, 1475, 1999.