

高精度偏光ライダーによる低層大気の長時間計測

Long-term observation of low atmosphere by high-precision polarization lidar

栗原聖康¹, 野口和夫¹, 椎名達雄², 福地哲生³

Takayasu Kurihara¹, Kazuo Noguchi¹, Tatsuo Shiina², and Tetsuo Fukuchi³

1.千葉工業大学工学研究科 2.千葉大学融合科学研究科 3.電力中央研究所

1.Chiba Institute of Technology, 2.Chiba University, 3.Central Research Institute of Electrical Power Industry

Abstract:

High-precision polarization lidar has been developed to detect the Faraday effect, which the lightning discharge rotates the polarization plane of the propagating laser beam. In this study, the long-term observation has been conducted at low elevation angle. Temporal change of the low altitude cloud and the atmosphere was monitored. And their behaviors were considered.

1.はじめに

従来の雷観測では放電時に発生した電磁波をアンテナを用いて捉える手法が用いられてきた。しかし、雷の発生位置を特定する為には同期した複数の観測装置と網目状に施設された基地局が必要である。そこで、本研究では単独で雷の発生位置を特定できるライダー手法に着目し、高精度偏光ライダーの開発を行っている[1]-[2]。本ライダーは p, s 偏光成分を同時射出し差動検出を行うことで高精度に大気の偏光状況の変化を計測できる。最終的には放電に伴うファラデー効果による偏光回転角の検出を目指す。

本報告では、この高精度偏光ライダーを用いて行った低層大気計測の結果について述べる。特に低い仰角で計測した際の低空雲の観測について述べる。

2.システム構成

高精度偏光ライダーの構成を Fig.1、スペックを Table1 に示す。本ライダーでは、狭い視野角で近距離からの計測を可能にするために送受信に共通の光学系を用いたインライン型を採用している。送信ビームはカセグレン鏡筒を高効率に透過させるため、アキシコンプリズム対を用いて 250mm φ の環状光にしている。受光視野角は 0.177mrad. に狭めているが、送信ビーム径を大きくすることで送信光の回折による広がりや低減している。送信光は p, s 両偏光成分をバランスを取って射出し、エコー光は光サーキュレータにて同一光路上で p, s 成分毎に検出される。インライン型光学系を用いることで受光視野を狭めて、近距離の計測が可能である。ライダー光学系にアキシコンプリズム対やグランレーザプリズム等の高い偏光消光比を持つ素子を用いることで、30dB 以上の高い偏光消光比を実現した。また、観測角度や方向に制限はあるが仰角、方位ともにスキャンが可能である。

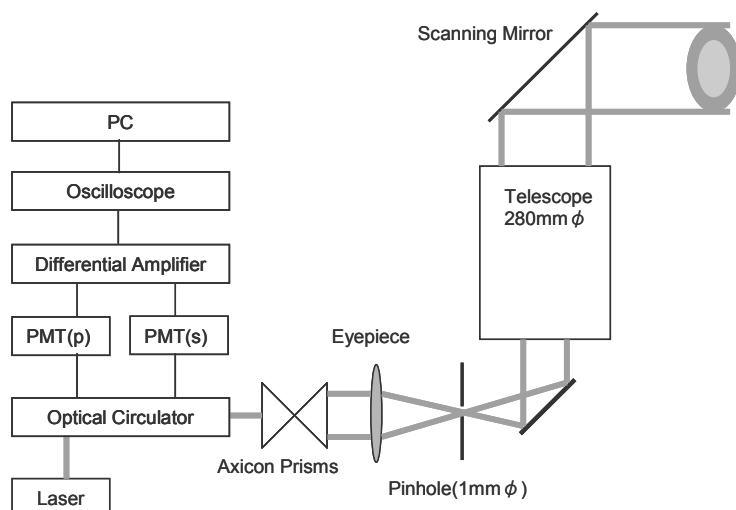


Fig.1 High-polarization lidar system.

Table1 Lidar specification.

Nd	YAG Laser
Wavelength	532nm
Pulse Energy	170mJ
Pulse	10Hz
Pulse width	15ns
Spread angle	2.5mrad

3.計測手法

高精度偏光ライダーによって得られたエコー光を時間経過に沿って点描するプログラムを製作し、自動計測を行っている。エコーから得られた計測波形を二次元表示に変換する。本ライダーは東南東に向けてビームを射出している。ビーム射出時の仰角は0~30度であり、低層大気及び雲の観測を行う。

4.長時間計測結果

Fig.2 に、p, s 両偏光成分の長時間計測の結果を示す。縦軸は伝播距離、横軸は計測時間となっており、上は p 偏光成分、下は s 偏光成分をそれぞれ表している。時間分解能は 20 秒、距離分解能は 58m となっている。近距離からのエコー信号は非常に強いため、ディレイをかけて 750m から計測を行っている。観測は仰角 10 度で行った。本計測では低空の雲の動きを視覚的に捉える事が出来た。雲からのエコーによって得られた A と B の 2 つの流れについて説明する。A の流れは、時間と共に雲が近づいてきている事を表している。17:20 頃の傾斜から算出した風速はおよそ 6.6m/s であった。気象庁のデータは 17 時の平均風速は 6.9m/s、風向は東南東を示しており、風速・風向が共に一致した。B の流れは時間変化による雲底の高度変化を表しており、徐々に雲底が下降する様子が観測できたことを示す。一般に、雲底は湿度が高いと低くなる傾向がある。16:30 時点での湿度は 68%で、その後徐々に上昇し 19:30 時点での湿度は 82%となっており、今回の計測でも湿度と雲底の相関関係が確認出来た。今回、p, s 両偏光のエコーが一致しているため、観測された雲は水粒子で出来ていると考えられる。また時間経過と共に低層大気と雲がリンクしてきており、雲の下層部分の観測は落雷予測のための偏光回転角の計測に応用できる。

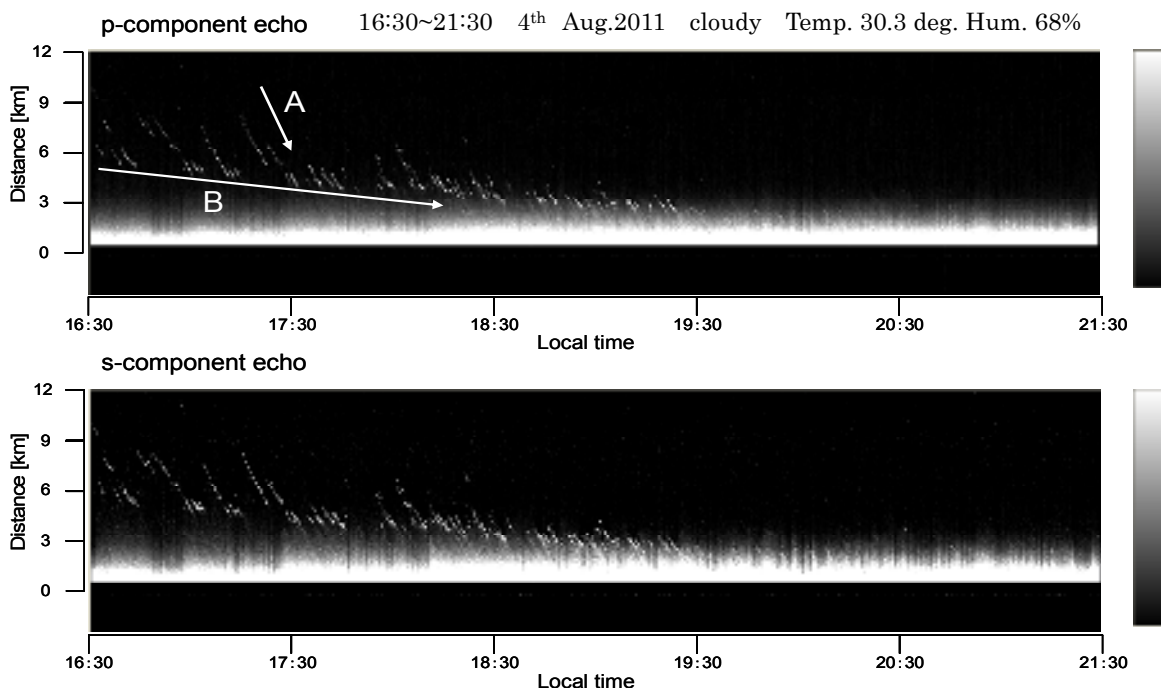


Fig.2 Temporal change of low altitude cloud.

5.まとめ

高精度偏光ライダーを用いて低層における大気及び雲の動きを観測することができた。また、雲底高度の時間変化と湿度の時間変化に相関関係が見られた。解析方法を工夫することで雲の動きや高度のみならず、偏光解消度や偏光回転角を検出することが出来る。これらのパラメータを用いることで雷の三次元的な位置標定や、放電電流量、大気電離量の観測に応用できる。

6.参考文献

- 1) Fukuchi, et al, IEEJ Transactions on Electrical and Electric Engineering, Vol.5, No.1, pp.82-86, 2010
- 2) Shiina et al, Electrical Engineers of Japan, Vol.171, No.3, pp.1-6, 2010