

インライン型マイクロパルスライダーによる低層大気と雲の相互作用計測

Interaction Measurement between Low Altitude Atmosphere and Clouds by Inline Typed Micro Pulse Lidar

椎名達雄, 中郷敦

Tatsuo Shiina and Atsushi Nakago

千葉大学融合科学研究科

Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University

Abstract:

Low altitude atmosphere and clouds are important parameters, which lead heavy rain and lightning strike. The inline typed micro pulse lidar has been developed to monitor them for the local disaster prediction. In this study, Installing the high transparent interference filters and photon counting device into the inline MPL, it is improved to detect the near range atmospheric echoes. As a result, we could observe the low altitude atmosphere just under the cloud base.

1.はじめに

近距離大気／雲のモニタリングは集中豪雨や落雷の予測に不可欠である。視野角を広げて近距離計測を行うことも可能であるが、背景光や多重散乱の影響が無視できなくなる。一般的なライダーではブラインドエリアが数百 m—数 km あり、近距離もしくは低高度の観測が難しい。本研究ではこれまで近距離計測に特化した inline 型のマイクロパルスライダーを開発し、低層雲の挙動をモニタリングしている。送受信光学系に共通の光路を持たせた inline 型ライダーを実現するにあたり、光サーキュレータ及びアキシコンプリズム対を導入している。^{[1][2]} 視野角 0.1mrad にて最近距離 10m からの検知が可能である。高効率な干渉フィルタを導入し、かつホトンカウンティングによる計測を行うことで低層大気のモニタリングが可能となった。視野重なり関数を用いてエコーを補正することで低層大気と雲の相互作用を評価した。

2.inline 型 MPL

波長 1 μm の DPSS-YLF レーザーと 30cm カセグレン式望遠鏡を用いて MPL ライダーを構成している。Table 1 にその仕様をまとめる。出射したレーザービームは光サーキュレータ、アキシコンプリズム対を通過して望遠鏡へと進む。Eyepiece によって集光され Pinhole を通り抜け、望遠鏡開口径にまで広げられる。その際、環状光となって出射するため出射光は望遠鏡でケラれることなく大気中へと出射する。エコー光は視野角 0.1mrad で受光され、光サーキュレータによって偏光成分毎に APD で受光される。送信時の光学系挿入損失は 3dB、受光時の偏光消光比は 20dB 以上である。また、低層大気の観測に際し、これまでの構成からの変更点も Table 1 にまとめる。高効率な干渉フィルタの導入やホトンカウンティング計測を行っている。さらに Fig.2 に示す視野重なり関数によるエコー補正によって低層大気の評価を可能としている。

Table.1 Inline typed MPL specifications.

Light source	DPSS Nd:YLF laser Power 80 μJ @1047nm Pulse width 5ns RPF 1k – 50kHz
Detector	NIR-Enhanced Si-APD
Telescope	Shmidt-Cassegrain Aperture 304mm ϕ
Field of view	0.1mrad.
Optical Circulator	Polarization dependent Insertion loss 3dB Polarization isolation >25dB
Interference filter	High transparent ones Efficiency >80%
Photon Counting	+long pass filter Licel Transient recorder and Sigmaspace AMCS-USB

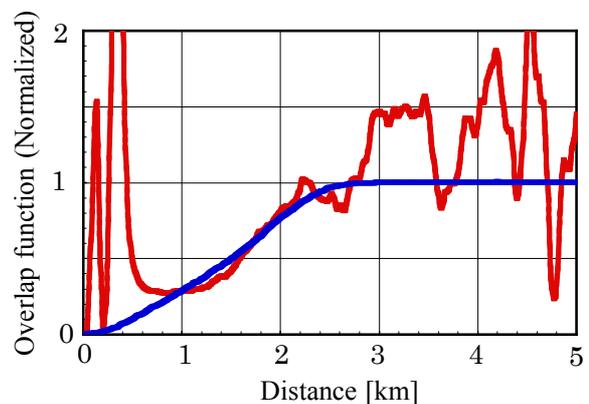


Fig.1 Overlap function of inline typed MPL.

3.低層大気と雲の相互作用の評価

先の改善によって得られた観測データの例を Fig.2 に示す。距離二乗補正および対数変換を行った上で 2 次元表示している。計測は 2009 年 10 月 17 日(曇のち雨、気温 20.9℃、湿度 72%)の結果である。鉛直方向の観測で積算回数 2000shot、時間分解能 11 秒、空間分解能 7.5m で行った。4km 地点で雲からの信号が得られており、時間と共に下降しているのが確認できる。また、この日は 17:33 に微弱な雨が観測され、17:38 から雨が強くなり計測を終了した。16:15 頃、16:40 頃、17:00 頃 17:30 頃に雲の下層部分に降下するエコーが得られたが地上へは到達していない。17:00 頃および 17:30 頃のエコーの落下距離と時間から落下速度を求めると、それぞれ 5.8m/s、8.2m/s となった。この落下速度からこれらのエコーが雨粒よるものと判断できる。また、時間と共に落下速度が速くなっていることから、雨粒の粒子径が徐々に大きくなり降雨につながったと考えられる。17 時過ぎを境に風向きが変わり、観測時に風速が弱くなっていったことが断続的な雨の様子に影響していると考えられる。また、重なり関数補正を行うことで低層大気の変化がはっきりと現れた。時間と共に地上から高度を上げていく様子が確認できる。この低層大気の時変化と温度ならびに湿度の変化に相関関係がみられた。これは、空気中の塵と水蒸気が結びつくことで粒子サイズが大きくなったためではないかと考えられる。この計測により、降雨の前に雲下層部に変化がみられること、また、低高度大気にも時間変化がみられることが確認できた。

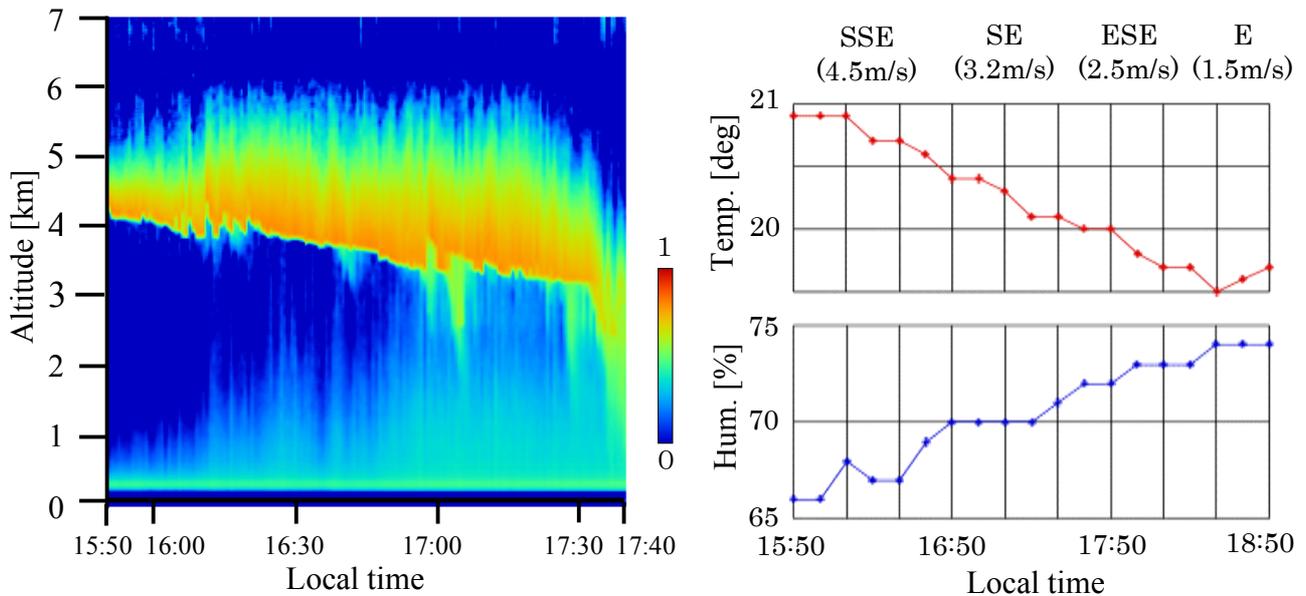


Fig.2 Relationship between low altitude atmosphere and cloud.

15:50 – 17:40 17th Oct. 2009, Cloudy to Rainy, Temp. 20.9 deg., Hum. 72%

5.まとめ

inline 型 MPL による低層大気と雲の相互作用について評価を行った。近距離大気は地形や構造物による影響、地上気温や湿度のへ変化を強く受ける。本研究の inline 型 MPL は近距離計測に特化し、かつ任意の方向を観測可能である。受光特性の高効率化とホトンカウンティングによる計測で低層大気のモニターを可能とした。計測した結果は低層大気の動きと雲との相互作用を良く捉えており、地上気温や湿度の変化とも相関が見られた。今後、計測事例を増やし、偏光解消の解析や豪雨等局地的な気象災害の予兆把握へとつなげていく。

6.参考文献

- 1) T. Shiina et al, Applied Optics, Vol.44, No.34, pp.7467-7473, 2005
- 2) T. Shiina et al, Applied Optics, Vol. 41, No. 19, pp.3900-3905, 2002