

# インライン型マイクロパルスライダーを用いた低層大気の測定

## Low-altitude atmosphere measurement by In-line typed Micro Pulse Lidar

中郷敦、椎名達雄

Atsushi Nakago, Tatsuo Shiina

千葉大学大学院融合科学研究科

Graduate School of advanced Integration Science, Chiba University

### Abstract

Low altitude ice-crystal is the important meteorological parameter associated with lightning strike and heavy rain. In this study, low altitude atmosphere measurement was demonstrated by the In-line typed Micro Pulse Lidar system. Long-term low-altitude measurement of ice clouds was performed with this lidar. Furthermore, more sensitive atmosphere measurement was conducted with a transient recorder. In this report, we evaluated the lidar echoes from the low altitude atmosphere.

### 1.はじめに

□ 低層の氷晶雲および大気をモニターすることは集中豪雨や落雷といった局所的な気象変化のメカニズムを知る上で非常に興味深い。氷晶は偏光解消成分を見ることで水粒子と氷晶の識別を行うことができる。先行研究において集中豪雨・落雷予測を目的としたインライン型ライダーシステムを製作した。送受信光学系を共通にすることで最近距離からの計測が可能であり、かつ受光視野を  $0.11\text{mrad}$  と狭くすることで多重散乱の寄与をカットしている。さらに、昼夜の観測が可能となっている。ビームは直線偏光で送信し、氷晶によって崩れた偏光解消光を光サーキュレータを応用した光学系で p s 偏光成分を分離して同時に計測できる。また、多重散乱を除去した計測により、氷晶による偏光解消の効果を選択的に計測できる。今回、計測器にトランジェントレコーダを導入した。本報告では製作したライダーによる観測で得た低空の雲の水粒子(P 偏光成分)および氷晶(S 偏光成分)の時間変化を長時間同時計測した計測例およびトランジェントレコーダを用いた大気の計測結果について報告する。□

### 2.ライダーシステム概要

□ Fig.1 にインライン型 MPL のシステム構成図を示す。レーザには LD 励起 YLF レーザを用い、受光器には APD を使用している。送信光の波長は  $1047\text{nm}$  で、出力は  $80\mu\text{J}$  である。望遠鏡の視野角は  $0.11\text{mrad}$  である。本ライダーは、インライン型ライダーであり、送受信がひとつの望遠鏡で行われるため常に視野が重なり、狭い視野角で近距離の計測が可能である。また、光サーキュレータを用いることにより送受信を分離し、かつ偏光成分別に計測することを可能としている。アキシコンプリズム対で送信光を直径  $30\text{cm}$  の環状光に変換することで、送信効率を向上すると共に目に対する安全性を確保している。今回、APD 電源回路の安定化を図り、長時間の安定した PS 偏光の同時連続計測を可能とした。さらに、計測器をアナログ計測のオシロスコープからフォトンカウンティング計測のトランジェントレコーダに変更することにより、より高感度な計測ができるようになり大気の計測が可能となった。

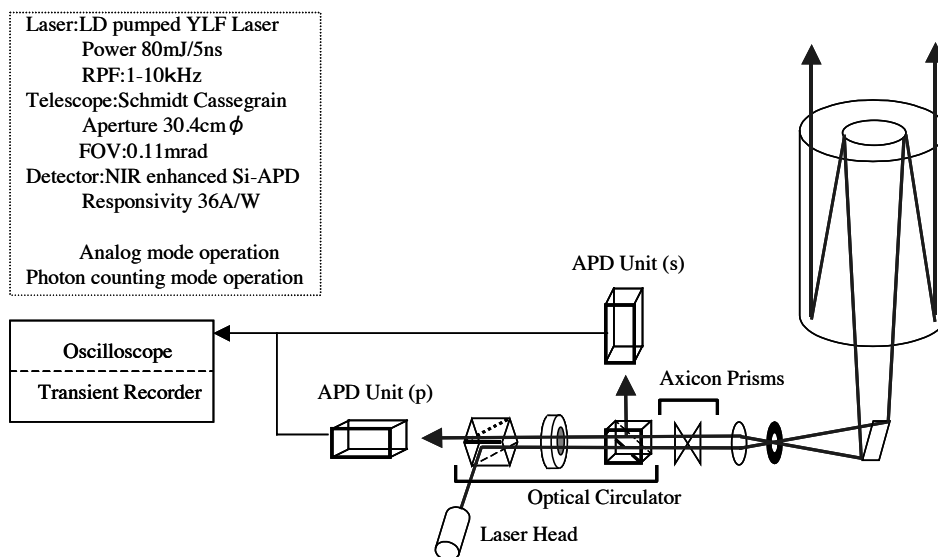
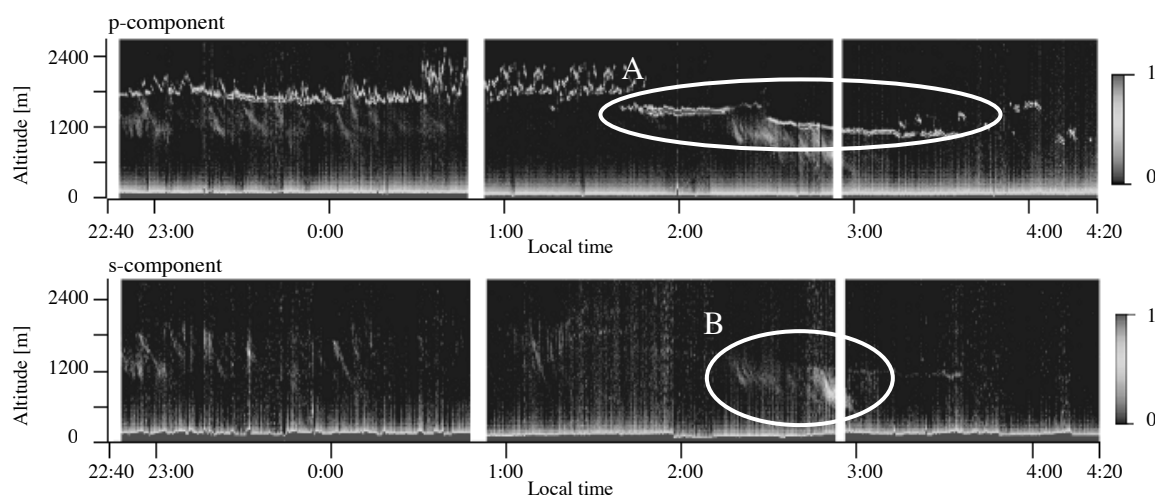


Fig.1 In-line typed MPL system

### 3.基礎計測

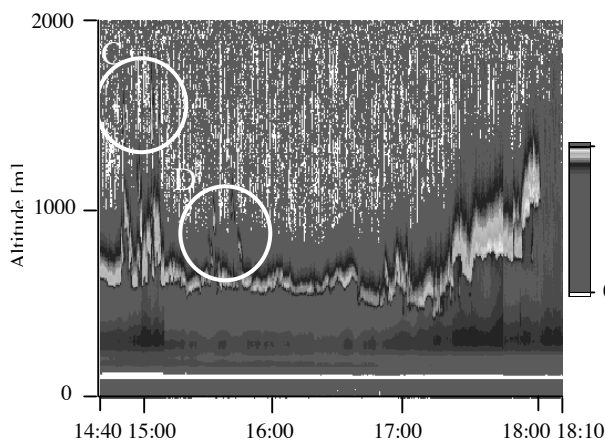
□ Fig.2 はライダー仰角  $86^\circ$  時間分解能 25 秒空間分解能  $3\text{m}$  で P 偏光 S 偏光成分を長時間同時計測できた例である。雲が氷晶を含む場合には S 偏光にもエコーが観測される。これは氷晶の偏光解消効果によるものである。計測結果から、高度  $1200\text{m}$  地点に雲(A)があり、その下層に氷晶(B)があり時間と共に徐々に落下していることがわかる。高度  $800\text{m}$  地点で氷晶からのエコーが返ってきており、インライン型ライダーを使用することにより低空の氷晶雲が計測可能であることが確認できた。一般に、氷晶は地上に対して水平に浮かんでいるとされる。そのため今回の計測では水平面にレーザー光が入射したため雲(A)から偏光解消成分が得られなかったと考えられる。氷晶が落下することにより氷晶の傾きが変わり、氷晶(B)から偏光解消成分が得られた。つまり、雲(A)は氷晶雲である。2:50 時点の信号から求めた氷晶の偏光解

消度は 0.69 である。一般に雪(氷晶)の偏光解消度は 0.5 で、さらに解け始めの雪は偏光解消度が高くなるとの報告があり[2]、近い値が得られた。Fig.3, Fig.4 はそれぞれ、ライダー仰角 87° トランジェントレコーダを用いて時間分解能 10 秒空間分解能 7.5m、ライダー仰角 4° 時間分解能 7 秒空間分解能 7.5m で計測を行い距離二乗補正した計測例である。Fig.3 では 700m 付近に雲からのエコーが得られている。さらに、Fig.3 の(C)(D)では低層の雲が途切れたときに、さらに上層の雲からのエコーが得られている。オシロスコープでは雲の内部 100m 程までしか信号を得られていなかったが、トランジェントレコーダを用いることで雲の内部 300m 程の信号が得られるようになった。Fig.4 は、計測時の視程が 6km でありもやからのエコーが得られたと考えられる。高度にすると 150m、伝播距離にして 1.5~2km におよぶ幅の広い信号が得られており、中心部ほど信号強度が強い独特の波形となっている。また、時間変化を追った計測により雲より下層の水蒸気の密度が濃い部分が時間と共に揺らいでいる様子が観測できた。ライダーの仰角を変えて計測すると、同様の高度に強い信号が得られた。このことから、雲より下層の水蒸気の密度が濃い部分が時間と共に揺らぐ様子を計測できたと言える。



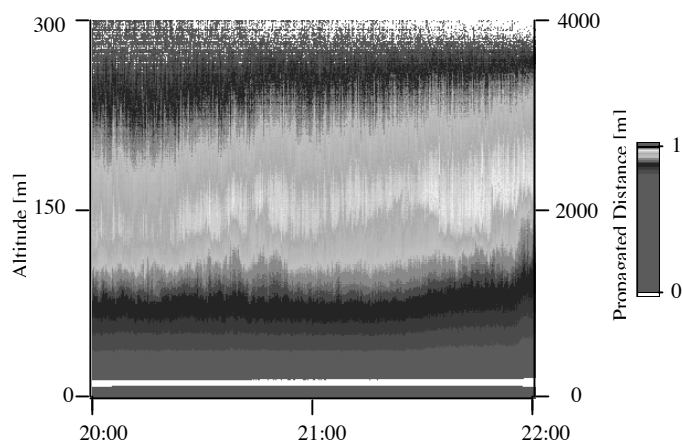
January 24, 2009. Temp. 3.7deg Hum. 70% Cloud

Fig. 2 Long-term ice-cloud Measurement.



July 03, 2009. Temp.20.5deg Hum. 77% Cloud

Fig.3 Cloud Measurement



July 30, 2009. Temp.23.3deg Hum. 85% Cloud

Fig.4 Atmosphere Measurement

#### 4.まとめ

□ 低層の大気を対象としたインライン型ライダーによって、25 秒間隔で 6 時間におよぶ長時間の P 偏光 S 偏光成分同時計測およびトランジェントレコーダを用いることでより高感度な低層大気の計測を行うことができた。現在、通年観測を行い、様々な気象条件下で落雷や集中豪雨の原因となる氷晶雲の挙動や大気の変化について解析、評価を進めている。

#### 謝辞

ライダー計測を実施する際に、千葉工業大学野口和夫准教授に多大なご協力を頂きました。心より感謝の意を表します。

#### 参考文献

- [1]Atsushi Nakago, Tatsuo Shiina, “Long-term Ice-crystal Cloud Measurement by In-line typed Micro Pulse Lidar”, CLEO/Pacific Rim 2009,(Accepted)
- [2]Kenneth Sassen, “The Polarization Lidar Technique for Cloud Research: A Review and Current Assessment”, American Meteorological Society, Des.1999/ Vol.72, No.12