

狭帯域化レイジーライダーと AIM/CIPS データによる南極昭和基地上空の極中間圏雲モニタリング

Monitoring of polar mesospheric clouds over Syowa Station with Rayleigh lidar equipped with a narrow band etalon unit and CIPS instrument onboard AIM satellite.

鈴木秀彦（明治大）、中村卓司、江尻省、富川喜弘（極地研）、阿保真(首都大)、堤雅基（極地研）、川原琢也（信州大）、津田卓雄、西山尚典（極地研）

Hidehiko Suzuki (Meiji univ.), Takuji Nakamura, Mitsumu K. Ejiri, Yoshihiro Tomikawa (NIPR), Makoto Abo (Tokyo metropolitan univ.), Masaki Tsutsumi (NIPR), Takuya D. Kawahara (Shinshu univ.), Takuo Tsuda, and Takanori Nishiyama (NIPR)

Abstract

A Rayleigh/Raman lidar system has been operated by the Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) since February, 2011 (JARE 52nd) in Syowa Station Antarctica (69.0S, 39.5E). To improve SNR of the polar mesospheric clouds (PMC) observation with Syowa Rayleigh/Raman lidar during daytime, a narrow bandpass Fabry-Perot etalon unit has been developed and installed in the receiver system on Dec 2013 by JARE 55th. The PMC signals obtained with this new system have been analyzed with satellite (AIM/CIPS) data. This combined data analysis made it possible to monitor the PMC activity almost continuously over Syowa Station. In this talk, technical details of the etalon unit and features of PMC activity revealed by Syowa Rayleigh/Raman lidar and the satellite observation (AIM/CIPS) during the JARE55 summer operation are presented.

1.ライダーによる極中間圏雲(PMC)の観測

北極や南極などの極域における上部中間圏領域では、全球的に発生する大気重力波が下層大気から高層大気に輸送する運動量によって作り出す子午面循環の働きによって、夏期の低温、冬期の高温といった特徴的な温度分布が実現することが知られている。特に夏期の極域中間圏界面領域においては、大気温度が -140K 以下にもなる極低温環境が実現し、大気中に含まれる水蒸気が凝結し、地球上で最も高高度（ $\sim 85\text{km}$ ）の雲である極中間圏雲（PMC: Polar Mesospheric Clouds）が発生する。PMCの活動は大気背景パラメータ（温度、水蒸気量、エアロゾル量）に支配されており、PMCの季節、地域、ローカルタイム依存性やその形状などの特性を解明することは、PMCを中間圏界面領域の大気パラメータを推定するトレーサーとして利用するために重要である。ライダーは地上からPMCの活動度、消散係数、粒径とその形状などを推定することが可能な重要かつ主要な観測手法であり、両極域に多くの観測拠点が存在する。南極昭和基地もそのひとつであり、国立極地研究所の南極地域観測第VII期計画によって、2011年に設置されたレイジー/ラマンライダーシステムは、冬期夜間における大気温度の鉛直構造観測に重点をおいた設計のシステムであるものの、白夜期に問題となる背景光の抑制を行えば、PMC観測にも有効なシステムである。

2. 昭和基地レイラー/ラマンライダーの狭帯域化

本格的な PMC 観測を実施するために、2013 年 12 月、第 55 次南極地域観測隊 (JARE55) によって受信系の狭帯域化を目的としたエタロンユニットが導入された。Figure 1 はエタロンユニットを構成する圧力セル (耐圧能力約 1 MPa) の実物写真とシステム図である。セル内には、有効径 $\phi=30\text{mm}$ 、ギャップ間距離 $d=100\ \mu\text{m}$ 、反射率 95% @ 355nm のエアギャップエタロン (SLS Optics 社製) が保持されており、エタロンに垂直入射する信号光が最も透過するような気圧に調整、保持されている。これによって、干渉フィルターのみであった受信系の受光帯域は、従来の約 1/30 にまで狭帯域化された。

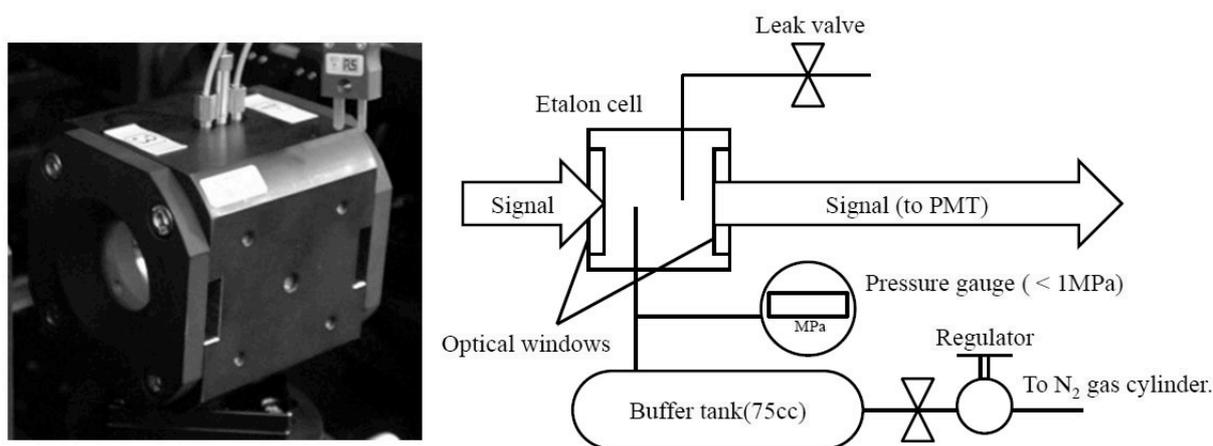


Figure. Appearance of the etalon cell (left) and a connection diagram of the pressure tuning unit (right).

3. AIM/CIPS データとの統合による PMC の連続モニタリング

ライダーは PMC を地上から直接検出可能な手法であるが、大きな弱点は、有効観測時間が現地の天候に大きく左右される点である。JARE55 の夏期オペレーションにおいても、2013 年 12 月 17 日から 2014 年 2 月 7 日までの 53 日間で、継続した晴れ間が得られたのはわずかに 11 日のみであり、ライダー単体で昭和基地上空の PMC 活動を連続モニターすることは困難であった。そこで、極中間圏雲を監視する NASA の科学衛星 AIM (Aeronomy of Ice in the Mesosphere) によって得られた昭和基地上空の PMC 出現状況データをライダーデータと統合することによって、PMC 活動における数日スケールの変動を調査する試みを実施した。AIM 衛星は、極軌道衛星であり、昭和基地の緯度帯であれば 1 日に 2 回ほど上空を通過し、搭載された紫外カメラ CIPS (Cloud Imaging and Particle Size) で PMC の出現状況を水平分布として捉える。幸い、JARE55 夏期観測期間である 2014 年 1 月 13 日から 18 日にかけて、ライダー観測データが欠損している時間帯を補うような軌道のデータが存在したため、この間の昭和基地上空における PMC の消長の様子を、ほぼ連続でモニターすることが実現した。この地上-衛星統合データによって、この期間の PMC の活動に 2 日周期の変動が卓越することが確認された。上部中間圏の水平風速をモニターしている MF レーダーのデータでも、同期間において 2 日周期の風速変動が卓越していることが確認されており、PMC の消長が 2 日周期の気象変動によってコントロールされている可能性を示している。