



# 極地から地球環境を計測するための ライダーの開発

理化学研究所 光量子工学研究センター  
和田智之, 小川貴代, 斎藤徳人, 津野克彦  
国立極地研究所  
中村卓司, 江尻 省  
名古屋大学  
野澤悟徳, 川端哲也  
信州大学  
川原琢也

## 1. はじめに

昨今、異常気象をはじめ我々を取り巻く自然環境の変化が着目されている。しかし、地球と地球を取り巻く宇宙の関係は、注目が薄い状態である。実は、宇宙の環境も絶えず変化しており、地球は宇宙環境の影響を受けている。例えば、太陽活動が変化すれば、地球に届く太陽由来の宇宙線も大きく変化する。こうした影響を計測する手法に、ロケットや ISS から直接宇宙と地球の界面や、宇宙の計測をする技術がある。一方、天体望遠鏡は、おもに宇宙空間の計測を行う目的で構築されている。われわれは、地球と宇宙空間の界面の状態を計測するために、レーザーを照射しその散乱光を観測する Light detection and ranging (Lidar : ライダー) を用いた観測システムの開発を、北極は名古屋大学及び信州大学と、南極は国立極地研と開発した。特に、われわれのチームは、レーザーに関連した部分を担当したので、レーザー開発を中心に観測システムの概要を述べる。

## 2. 南極昭和基地設置レーザーシステム

地上付近の天気予報・気象予報には成層圏の高層気象観測データ（地上 30 km 付近まで）が重要となる。より長期の予報にはさらに上層の中間圏（高度 50–80 km）の大気まで数値モデルに含める必要があることが知られてきた。地球の大気が流体となっている高度 100 km 付近の中間圏界面・下部熱圏と呼ばれる超高層大気下部から地表までの全体をシステムとして捉え正しくモデル化することが急務になっている。そのためにはこの流体上端部の 100 km 付近の物理量をより多く計測してモデルを検証することが重要となる。レーザーによる遠隔計測が威力を発揮する場となる。我々は国立極地研究所、首都大学東京、信州大学、および電気通信大学と協力して、中間圏界面・下部熱圏の温度や大気微量成分の密度を測定可能な共鳴散乱ライダーを開発した。本開発では、理研はレーザー制御を主に担当した。

国立極地研が主に開発した共鳴散乱ライダーが狙う散乱体は、中間圏・下部熱圏に存在する金属原子・イオンである。地球に飛来する流星（1 日 100 トン程度）のほとんどが、高度 100 km 付近で燃え尽き、鉄 (Fe) やカリウム (K) をはじめとする種々の金属元素を放出するが、大気密度が十分に希薄になる高度 80 km 以上の領域ではこれらの金属元素が原子として存在することが出来る。このような原子の「基底状態と励起状態のエネルギー準位差」に対応する波長のレーザー光を照射すると、レイリー散乱より 12–15 桁も強い共鳴散乱（共鳴蛍光）が起こり、数千個/cc 程度の微量の原子が観測できるようになる。その時間・高度変化から密度や温度等の物理量を導出するのが共鳴散乱ライダー観測である。