

南極昭和基地ライダーにおける共鳴散乱観測システム2 :  
波長計を用いたレーザー波長の制御実験  
**System of resonance scattering lidar at Syowa in Antarctica 2:  
Tuning of laser wavelength using a wavemeter**

江尻 省[1], 津田 卓雄[1], 阿保 真[2], 松田 貴嗣[3], 三浦 夏美[2], 川原 琢也[4],  
中村 卓司[1]

Mitsumu K. Ejiri[1], Takuo Tsuda[1], Makoto Abo[2], Takashi Matsuda[3], Natsumi Miura[2],  
Takuya D. Kawahara [4], Takuji Nakamura[1]

[1] 極地研, [2] 首都大・システムデザイン, [3] 総研大・複合・極域科学, [4] 信州大学工学部  
[1] NIPR, [2] System Design, Tokyo Metropolitan Univ., [3] Sokendai, [4] Shinshu Univ.

### **Abstract**

The National Institute of Polar Research (NIPR) is leading a six year prioritized project of the Antarctic research observations since 2010. One of the sub-project is entitled "the global environmental change revealed through the Antarctic middle and upper atmosphere". As a part of the sub-project, Rayleigh/Raman lidar has been installed at Syowa (69S, 39E) in Antarctica and measuring temperature profiles in the lower and middle atmosphere (between 5-10 km to 70-80 km) since February in 2011. In order to extend the height coverage to include mesosphere and lower thermosphere region, and also to extend the parameters observed, a new laser for resonance scattering lidar is being developed. The new laser is aiming at the resonance scattering for atomic potassium (K, 769.90 nm) atomic iron (Fe, 385.99 nm), calcium ion (Ca+, 391.08 nm), and aurorally excited nitrogen ion (N<sub>2</sub><sup>+</sup>, 390.30 nm, 393.36 nm), in order to obtain densities of scatters as well as measuring temperature.

### **1. はじめに**

国立極地研究所は、2010年より6年間の南極地域重点研究観測を実施している。このサブプロジェクトの一つ「南極域中層・超高層大気を通して探る地球環境変動」の一貫として、レイリー/ラマンライダーが南極昭和基地(69S, 39E)に設置され、2011年2月から対流圏上部と中層大気の温度の鉛直分布を観測している。レイリーライダーは上空70-80kmまでの大気温度を測定することが出来るが、金属原子やイオンの共鳴散乱を利用した共鳴散乱ライダーでは、さらに上空、中間圏・下部熱圏(MLT)領域の温度測定が可能である。そこで我々は、昭和基地のレイリー/ラマンライダーに共鳴散乱ライダー機能を追加するべく、新しいレーザーと受信光学系の開発を進めている。

### **2. 波長可変共鳴散乱ライダー**

昭和基地に新しく導入する予定の共鳴散乱ライダーでは、カリウム(K, 769.90 nm)、鉄(Fe, 385.99 nm)、カルシウムイオン(Ca+, 391.08 nm)、およびオーロラ活動により生じる窒素イオン(N<sub>2</sub><sup>+</sup>, 390.30 nm, 393.36 nm)の密度変動を測定すると共に、カリウムの共鳴散乱線を利用して温度変動も測定する。送信系にはフラッシュランプ励起の injection-seeded アレキサンドライト・

リングレーザー(基本波波長:~760-790 nm)と倍波発生装置で構成されている。レーザーの波長制御には、金属原子セルにレーザー光を通過させたときに得られる蛍光スペクトルをモニターし、ドップラー・フリー飽和スペクトルの一つにレーザー波長を同調させる方法[She et al., 1990]が広く採用されている。しかし、複数種の原子やイオンの共鳴散乱を利用する我々のライダーシステムに組み込むには、設計、操作、維持管理等が複雑になり過ぎる。そこで我々は、種レーザーの波長を波長計でモニターし、種レーザーの共振器にフィードバックをかけて種レーザーの波長を一定に保つことで、レーザーの波長を制御する方式を採用し、開発を進めている。

### 3. レーザー波長制御実験

我々のライダーシステムでは、種レーザーの波長を制御するために、波長安定化 He-Ne レーザーで校正しつつ測定を行う波長計 (HighFiness, WSU10) を用いている。共鳴散乱観測では、レーザーの絶対波長の正確さと安定性が重要になるため、本研究では、これらのうち、まずは絶対波長精度を確かめるために、カリウム原子セルにレーザー光を通過させたときに得られる蛍光スペクトルをモニターし、ドップラー・フリー飽和スペクトルを測定した。図1に示したように、種レーザー光を光ファイバーで加熱した K 原子セルに導入し、セルを往復した光をフォトディテクターで受信、波長による光強度の変化をモニターすることで、K 原子セルによる吸収スペクトルの中のドップラー・フリー飽和スペクトルを測定した。この測定を 5 回行った結果、非常に良い繰り返し精度 (<0.05 pm) で半値幅 ~0.1 pm のクロスオーバーが得られた。本講演では、得られた結果を理論値と比較・検討した結果について報告する。

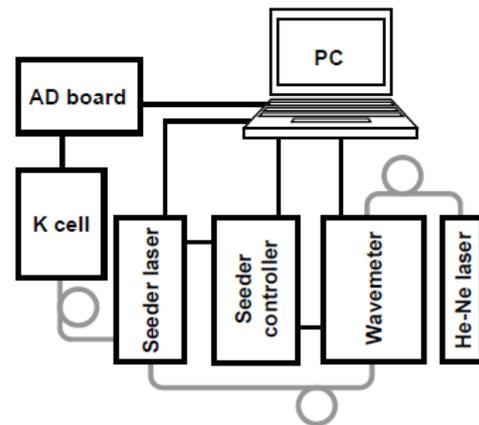


Figure 1. System layout for Doppler-free potassium spectrum measurements using a potassium (K) cell.

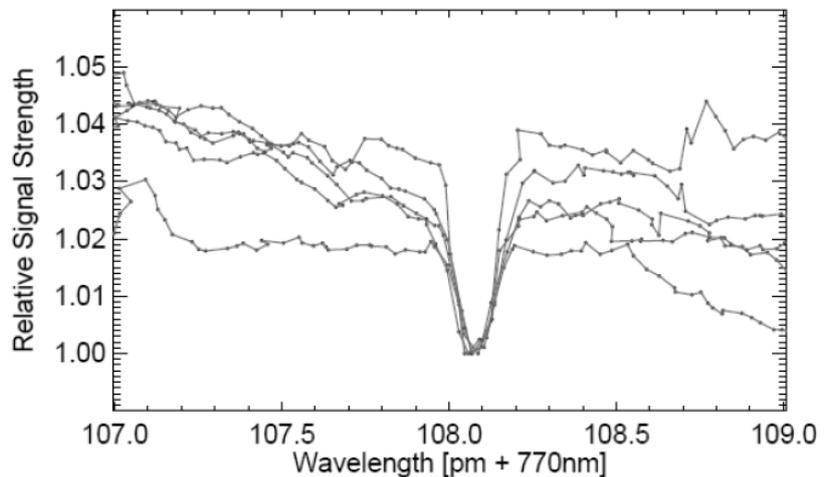


Figure 2. Results of Doppler-free potassium spectrum measurements using a K cell. Crossover spectrum with a FWHM of ~0.1 pm was obtained.

### 4. 参考文献

She, C. Y., H. Latifi, J. R. Yu, R. J. Alvarez II, R. E. Bills, and C. S. Gardner (1990), Two - frequency Lidar technique for mesospheric Na temperature measurements, *Geophys. Res. Lett.*, 17(7), 929-932, doi:10.1029/GL017i007p00929.