

共鳴散乱ライダー観測における動作環境温度モニター用小型モジュールの開発

谷 遼¹、江尻 省²、西山 尚典²、津野 克彦^{2,3}、中村 卓司²、高橋 透²、古川 裕介¹、米田 仁紀¹

¹電気通信大学、²国立極地研究所、³理化学研究所

Development of a small module for monitoring of laser operation environment temperature of a resonance scattering lidar observation

Ryo Tani¹, Mitsumu Ejiri², Takanori Nishiyama², Katsuhiko Tsuno^{2,3}, Takuji Nakamura², Toru Takahashi², Yusuke Furukawa¹
and Hitoki Yoneda¹

¹The University of Electro-Communications, ²National Institute of Polar Research, ³RIKEN

The National Institute of Polar Research (NIPR) is developing a new resonance lidar system for middle upper atmosphere observation at Syowa Station in Antarctica. It is quite important for stabilizations of the lidar system to keep laser environment temperatures in equilibrium. In this study, we developed a small monitoring module using by Raspberry Pi 2 and BME280 sensor for measurement of laser operating environment temperature of the resonance scattering lidar.

国立極地研究所では、第 58 次南極地域観測隊で昭和基地に導入予定の波長可変型共鳴散乱ライダーを開発中である。この共鳴散乱ライダーは、送信レーザーにフラッシュランプ励起アレキサンドライトレーザーを用いており、発振効率を上げるためにレーザーロッド部分(アレキサンドライト結晶)を 65 度程度の温水循環で温めている。共鳴散乱ライダーによる中層・超高層大気観測では、ライダーシステムの光源であるレーザーが、観測時間中に正しい波長で安定して発振し続ける事が重要であり、「動作環境温度」を極めて慎重に管理しなければならない。アレキサンドライトレーザーは共振器内にフラッシュランプと温水という 2 つの熱源を持つため、レーザーの安定した発振波長およびモードを保つためには、レーザー周辺の温度に加えて、共振器内の温度も監視して、それらの温度推移とレーザー発振の関係を知る必要がある。本研究では、共鳴散乱ライダーの動作環境監視システムとして、自立可能・有線式(無線式への変更可能)・省スペース・省電力・低価格・ユーザーフレンドリーな小型温度監視システムを設計、製作した。このシステムは輸送も容易なため、設置スペースや人員・データ伝送手段などに制限のある昭和基地や他の観測現場でも利用可能である。システムの制御系には、名刺サイズの小型コンピューターである「Raspberry Pi 2」を用いており、OS には Debian ベースの Raspbian を載せた。また、センサーには、温度・湿度・大気圧を同時測定できる BOSCH 社の BME280 を Raspberry Pi 2 と I²C 接続した。信号伝送には Ethernet ケーブルを用いる事で、数 m 離れた場所に設置してあるレーザーの共振器内部と外部の温度測定を行った。(図 1)

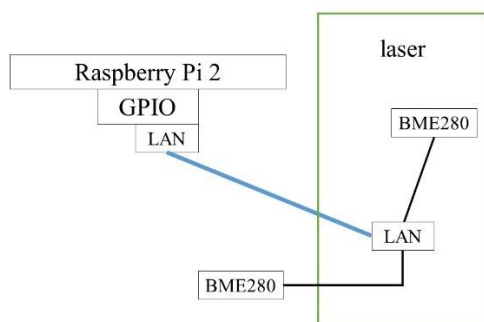


Figure 1. A small monitoring module system

図2は測定結果の一例で、2016年8月25日に行った鉄(Fe)層観測中のレーザー出力(a)、共振器内部温度(b)および共振器外部温度(c)の時間変化を示したものである。共振器内部の温度(b)に関しては Raspberry Pi 2 と BME280 を用いた温度計測システムの結果(赤)と国立極地研究所で使用している既製品の結果(緑)を示している。観測開始後2時間の間に2度レーザーの出力に大きな変化が見られたが、これはレーザーの発振が不安定になり、シングルモードが保てなくなった為である。その際の共振器内部温度変化を見るとまだ平均状態には達しておらず上昇傾向にあった事が分かった。その後、共振器内部温度が一定になるとレーザー出力も安定した。共振器外部の温度変化は内部と比べて小さかったと考えられる。本発表では、共鳴散乱ライダーによる試験観測結果を示しながら、レーザー動作環境温度の観測への影響及びその対策について議論する。

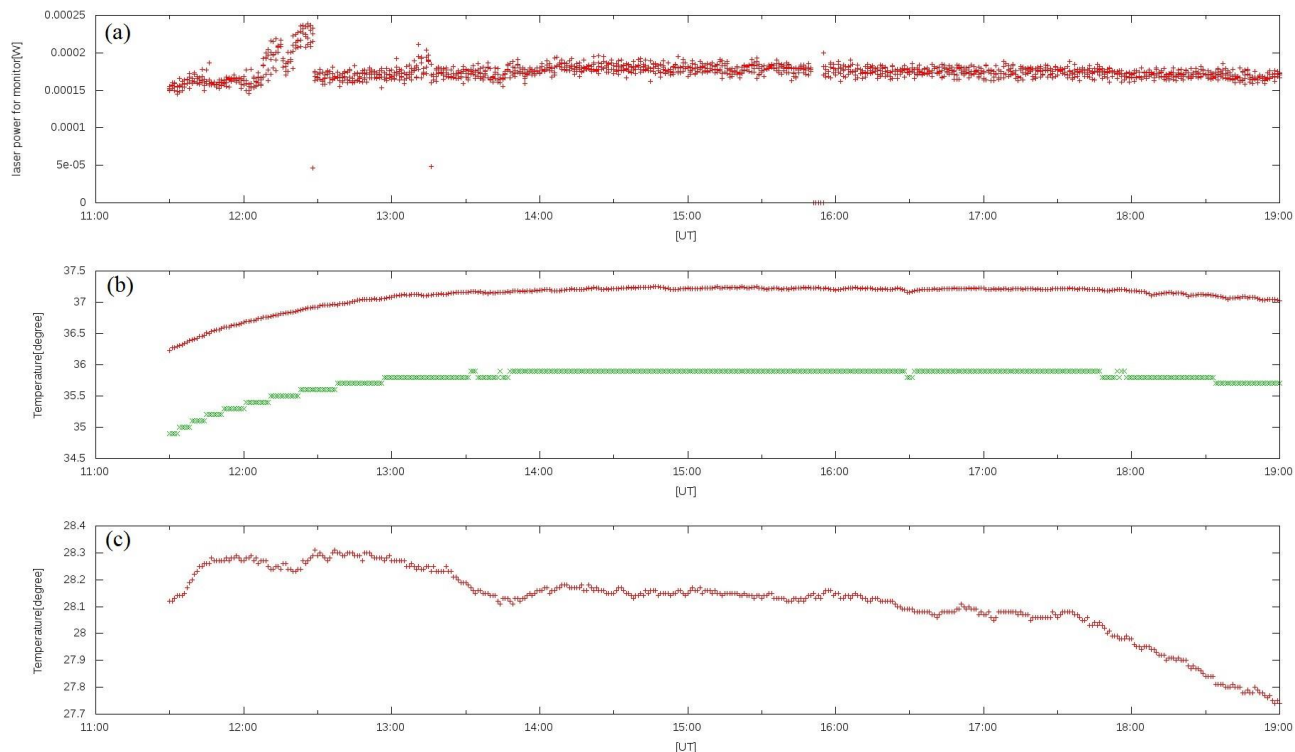


Figure 2. Temporal variations of laser power (a), temperature in the laser oscillator (b) and temperature in clean booth (c).