

光ヘテロダイン法による波長可変共鳴散乱ライダーの送信周波数校正実験

江尻省 [1]; 西山尚典 [1]; 津野克彦 [2]; 津田卓雄 [3]; 阿保真 [4]; 中村卓司 [1]
[1] 極地研; [2] 理研; [3] 電通大; [4] 首都大・システムデザイン

Calibration of laser frequency for frequency-tunable resonance scattering lidar by optical heterodyne method

Mitsumu K. Ejiri[1]; Takanori Nishiyama[1]; Katsuhiko Tsuno[2]; Takuo Tsuda[3]; Makoto Abo[4]; Takuji Nakamura[1]
[1] NIPR; [2] RIKEN; [3] UEC; [4] System Design, Tokyo Metropolitan Univ.

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'. Profiling dynamical parameters such as temperature and wind, as well as minor constituents is the key component of observations in this project, together with a long term observations using existent various instruments in Syowa, the Antarctic (69S). As a part of the sub-project, we are developing a new resonance lidar system with multiple wavelengths and plan to install and operate it at Syowa, Antarctica. The lidar will observe temperature profiles and variations of minor constituents such as Fe, K, Ca⁺, and aurorally excited N₂⁺. Additionally, vertical wind profiles can be potentially measured by the lidar if the accurate laser frequency is monitored each measurement. The lidar system has an injection-seeded Alexandrite laser as a transmitter. However, we know from our previous experiments that the Alexandrite laser frequency shifts slightly toward higher frequency from seeder-laser frequency. So we try to know the Alexandrite laser frequency accurately by measuring differences between these laser frequencies using optical heterodyne method. Alexandrite pulsed laser is mixed with continuous-wave (CW) seeder laser in a beam combiner, and the resulting mixing product is then detected by a photodiode. The frequency of the mixing product is the difference of the two laser frequencies. As a beam combiner, a fiber coupler is used instead of the beam splitter, and all fibers are polarization-maintaining single-mode fiber. We will explain our optical heterodyne system in detail and show results of test measurements.

国立極地研究所は、2010年より6年間のプロジェクトとして第Ⅷ期重点研究観測「南極域から探る地球温暖化」を推進している。中層・超高層大気観測研究は、その中のサブテーマIに位置付けられており、地表から超高層大気にいたる大気の変動をとらえる計画で、これまでに継続観測してきた各種レーザー・光学観測機器に加えて、第Ⅷ期で新たに大型のレーザーやライダーなどの測器の開発・導入・観測を進めている。ライダープロジェクトとして、2011年から昭和基地で上部対流圏から中間圏までの温度プロファイル観測を開始しているレイリー/ラマンライダーに加えて、観測高度をさらに上空、超高層大気にまで広げ、より高高度での大気重力波の活動や、オーロラ活動に伴うイオン化学反応を介した大気微量成分の組成変動など、超高層大気中の様々な力学・化学過程を通じた大気の変動をとらえるべく、国内で波長可変共鳴散乱ライダーの開発を進めている。送信系には波長可変のアレキサンドライト・レーザーと第2高調波発生器を用いており、インジェクションシーダーの波長を波長計で制御することで、基本波として768-788 nm、第2高調波として384-394 nmのうち任意の波長のレーザーパルスを得ることが出来る。これにより南極昭和基地において、カリウム原子(770 nm)、鉄原子(386 nm)、カルシウムイオン(393 nm)、窒素イオン(390-391 nm)の原子とイオンを狙って、高度80 km以上の大気温度、原子やイオンの高度分布などを測定する計画である。さらに、もし送信レーザーの絶対周波数を正確にモニターすることが出来れば、重力波によって時間変化する鉛直風も測定できる可能性がある。これまでの運用・観測試験により、この送信レーザー周波数は、インジェクションシーダーのレーザー周波数からわずかに高周波数側にずれることが分かった。そこで我々は、光ヘテロダイン法を用いて、この周波数差をモニターすることを試みている。シーダーレーザーと送信レーザーを偏光保持シングルモード光ファイバーで合成し、得られるビート信号をフォトダイオードで検出する。本講演では、我々の光ヘテロダイン・システムの詳細を紹介すると共に、測定試験の結果を議論する。