

A differential absorption lidar (DIAL) system for the detection of atmospheric molecules related to earth warming was developed based on a tunable alexandrite laser. We proposed a new tuning method on the resonance line of CO_2 at $2\ \mu\text{m}$ using the optogalvanic effect in a Ne discharge tube and the photoacoustic spectroscopy.

1. はじめに

二酸化炭素やメタンなどの温室効果気体は、地球温暖化に密接に関係しており、これらの気体の密度分布を計測し、現在量や増加量を把握しておくことは大変重要である。差分吸収ライダーは長光路吸収ライダーに比べ測定精度では劣るが、分子の空間分布を計測出来るという特徴を持っている。我々はすでに最も大きな温室効果を持つ水蒸気については、差分吸収ライダーによる測定に成功しており¹⁾、現在 CO_2 、 CO 、 CH_4 、 N_2O 計測域への適用を目指している。まず、 CO_2 吸収線へ精度よく同調を行うためのシステムについて、また今回、測定レンジの拡大をはかるためにライダーシステムの受信系での改良を行ったので併せて報告する。

2. OGS と PAS を併用した同調法

二酸化炭素の吸収線への同調には、オプトガルバニック法(OGS)と光音響信号法(PAS)を併用して用いる。Fig.1 にその実験配置図を示す。同調の際、PAS 信号と OG 信号の両方を同時にモニターしながら波長をスキャンする。通常では、PAS で CO_2 の吸収線の中心にあったところで波長をロックするが、これでは観測中に同調ずれが生じては確かめる方法はないので、波長をもう一度振って調べるしかない。ところが、OG 信号をモニターしておけば、どちらにどれだけずれたかが分かる。それらを定量的に測定しておけば、 0.25pm 程度の同調精度は得られるものと考えられる。また、レーザーの波長ゆらぎの程度も測定できると思われる。

パルスレーザーにはアレキサンドライトレーザーを使用した。ここでは、二酸化炭素の吸収線のうち $2.024\ \mu\text{m}$ への同調結果を示す。まず、アレキサンドライトレーザーの基本波をモノクロメーターで粗同調後、Ne のホロカソードランプに通して Ne の OG 信号を取り込む。そこで基本波の波長を Ne の OG ライン 754.4nm に合わせておく。その後、基本波を、水素ガス 25 気圧をラマン媒質としたラマンセルに通して、誘導ラマン散乱を起こさせ、ストークス 2 次光に変換する。この時、ストークス 2 次光の波長付近に二酸化炭素の吸収線があることから、PAS セルに通して、PAS 信号を取り込み、その付近で OG 信号と PAS 信号を同時にモニターしながら、波長をスキャンすることで二酸化炭素の吸収スペクトルを PAS

法で測定する。

実験では2.5mmのソリッドエタロンを用いてスペクトルの狭帯域化を行った。このエタロンのフリースペクトルレンジが $\Delta\lambda_{\text{FSR}}(\text{Ne})=78.2\text{pm}$, $\Delta\kappa_{\text{FSR}}(\text{Ne})=0.513\text{cm}^{-1}$ であることを考慮して、得られたデータを解析した結果をFig.2に示す。PAS法とOG法の組み合わせで同時にスペクトルを取った後、OG線を基準にして2つのスペクトルを並べて示している。これからCO₂の吸収線スペクトルが測定出来た。PAS、OGともBOXCARの平均処理は10ショットで行った。そのため、スペクトルは実際より広がって見える。ここで、ピーク以外の変化はノイズと考えられる。これらのノイズの原因は、主にレーザー出力の揺らぎによるものと考えられる。PAS法でみられる特徴的なノイズは、主にレーザー発振音に起因する音響的なノイズで、これはPASセルを二重管にするなどして小さくしている。

3. 受信系の改良

エコーの検出は、放物面鏡を用いて集光させた光を赤外検出器で検出するという方法で行う。今回は、放物面鏡の直径を200mmと2倍にし、赤外検出器にInSbとInGaAsの適用を行った。実際に、InSbを用いてライダーエコーの受信を行った。レーザーにはNd:YAGレーザーを使用した。120m前方の小屋を掠めて大気中へレーザーを打ち出し、そのエコー信号を取り込んだ。Fig.3にその結果を示す。

4. まとめ

CO₂の吸収線への同調において、OGSとPASを併用することによって的確に同調が行えることを確認した。ライダーシステムにおける受信系の検討を行い、CO、CH₄、N₂O等の計測を行っていく予定である。

参考文献 1) 内海通弘、前田三男、村岡克紀、内野修：レーザー研究 21(1993) 1031.

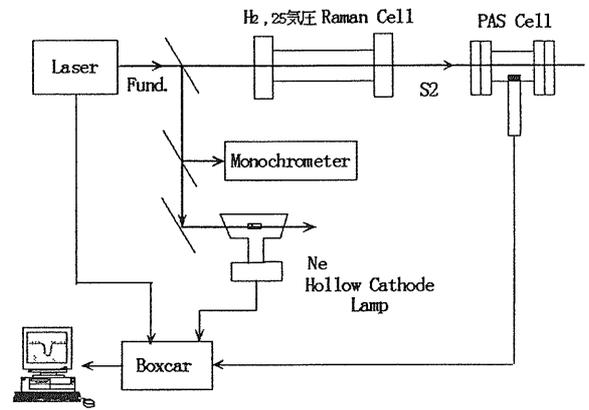


Fig.1 Schematic diagram of tuning system using OGS and PAS.

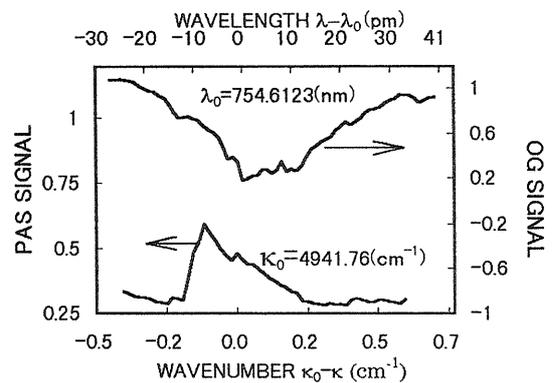


Fig.2 OG signal by Ne and PAS signal by CO₂ (tuning to the CO₂ absorption line of 2.024μm).

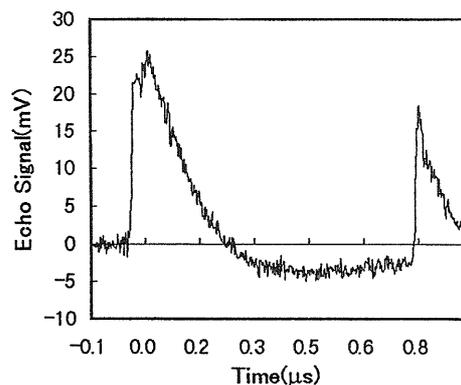


Fig. 3 Echo signal from target by Nd:YAG laser.