



白色光レーザーを用いた水蒸気差分吸収ライダーの開発

(公財)レーザー技術総合研究所 染川智弘
千葉大CERes 眞子直弘、久世宏明

Acknowledgements

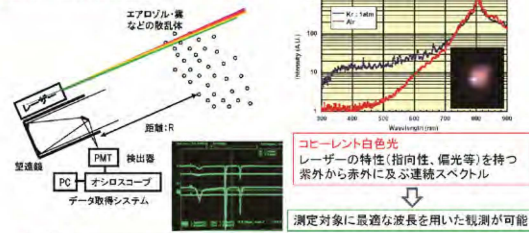
本研究は千葉大環境リモートセンシング研究センター共同利用研究(P2012-1)によって遂行されました。ここに謝意を表します。



白色光レーザーを用いたリモートセンシング

白色光ライダーの開発: 高強度レーザー技術をライダーに活用

ピーク強度がTWに達するレーザーパルスを気体中に集光すると、単色のレーザー光が様々な波長を併せ持った白色光に変換される。この白色光をレーザーライダー(ライダー)の光源として用いる白色光ライダーシステムの開発

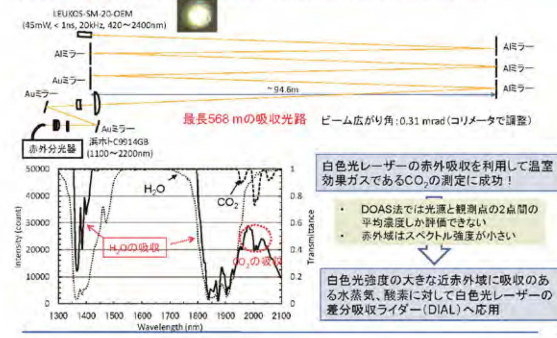


白色レーザーを用いて温室効果ガスの同時モニタリングはできないか?



白色光レーザーを用いたCO₂のDOAS測定

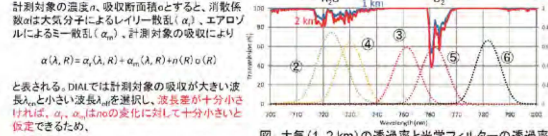
●大気中のCO₂吸収スペクトル計測実験配置図(Somewhat et al., APEX, 2010 and OL, 2011)



差分吸収ライダー(DIAL)への応用

差分吸収ライダー(DIAL)の測定原理

測定対象の吸収のある波長(On)とない波長(Off)のライダー信号の差分から濃度を推定

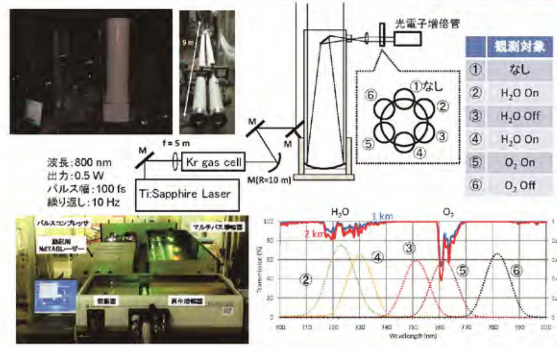


任意の波長を選択して観測できるが狭帯域な波長の分離は困難!

1分ごとにそれぞれの波長帯域の光学フィルターを交換してライダー観測

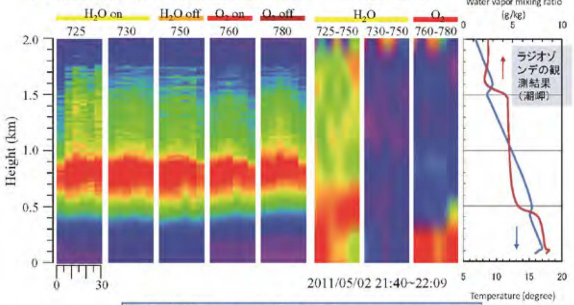


白色光DIAL観測実験配置図



白色光DIAL観測結果と従来手法による水蒸気分布の評価

それぞれの波長の距離2乗補正信号と200m平均で差分信号

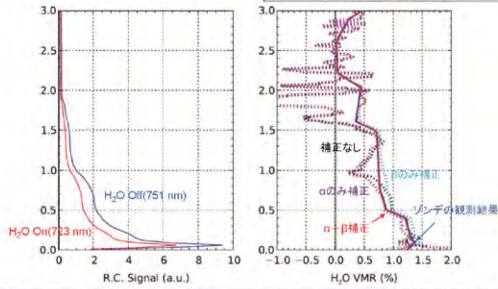


140221 第16回環境リモートセンシングシンポジウム
白色光DIALシミュレーション結果



通常のDIAL手法で近似する α と β の効果を導入

$$I(R) = \frac{1}{2\Delta\alpha R} \left[\frac{P_{on} P_{off,2}}{P_{off,1} P_{on,2}} \right] \left[\frac{P_{on} P_{off,2}}{P_{off,1} P_{on,2}} \right] \left[\frac{1}{\Delta\alpha} (s_m - \alpha_{off}) \right]$$

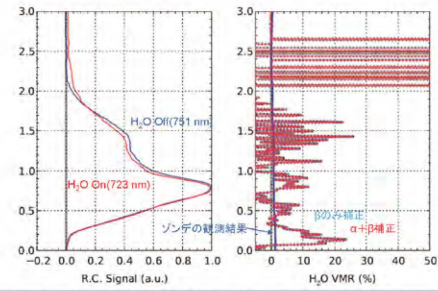


NIESライダーのプロファイルから計算、 α 、 β の補正を行うことで観測結果に近づく

140221 第16回環境リモートセンシングシンポジウム
白色光DIALシミュレーション結果



同じアルゴリズムを観測データに適用(30分間の平均データ)

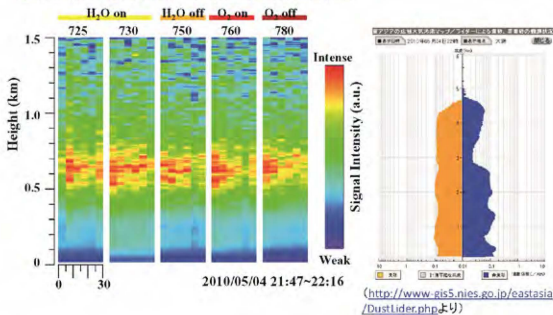


α 、 β の補正を行ってもソナーの観測値と一致しない→エアロゾルの時間変動の影響か?

140221 第16回環境リモートセンシングシンポジウム
エアロゾルが薄い日の白色光DIAL観測結果

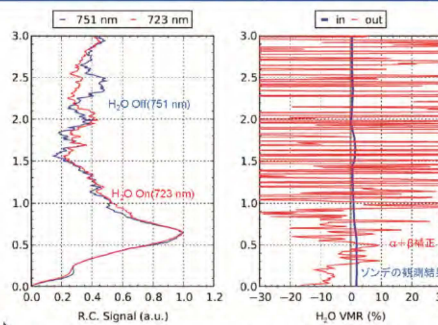


それぞれの干渉フィルターによる距離2乗補正信号



(<http://www.gis5.nies.go.jp/eastasia/DustLider.php>より)

140221 第16回環境リモートセンシングシンポジウム
白色光DIALシミュレーション結果:エアロゾル濃度の違い

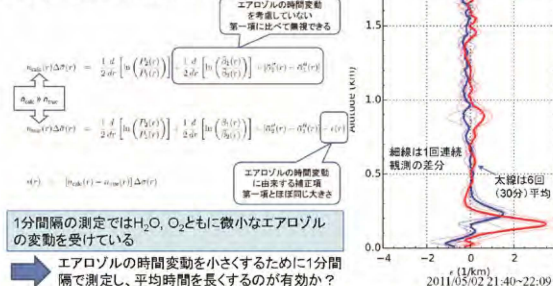


エアロゾル濃度が低かった別の日の観測でも水蒸気リターンは困難

140221 第16回環境リモートセンシングシンポジウム
白色光DIALシミュレーション結果:エアロゾルの時間変動



エアロゾルの時間変動を評価
ソナーの観測結果 n_{sonar} と実験結果より求めた n_{calc} との差から
On, Off波長観測時のエアロゾル分布の差を評価



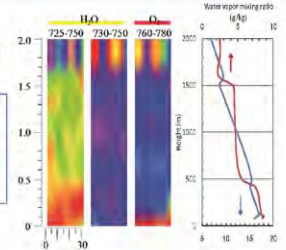
1分間隔の測定ではH₂O、O₂ともに微小なエアロゾルの変動を受けている
→エアロゾルの時間変動を小さくするために1分間隔で測定し、平均時間を長くするのが有効か?

140221 第16回環境リモートセンシングシンポジウム
まとめ



白色光レーザーを差分吸収ライダー(DIAL)に應用して、水蒸気、酸素の高度分布情報を評価

- 白色光レーザーを用いて、水蒸気(On: 725, 730 nm, Off: 750 nm)、酸素(On: 760 nm, Off: 780 nm)の波長帯域を1分毎に切り替えてライダー観測を実施
- α 、 β の補正を行うことで水蒸気の高度分布情報が計算できる(シミュレーション結果)
- 1分毎によるエアロゾルの変動が大きく水蒸気の高度分布情報が一致しない



今後の研究計画

- On, Offの観測間隔を短くする、平均時間を長くする
- アレイフオマルを利用したOn, Off波長の同時観測