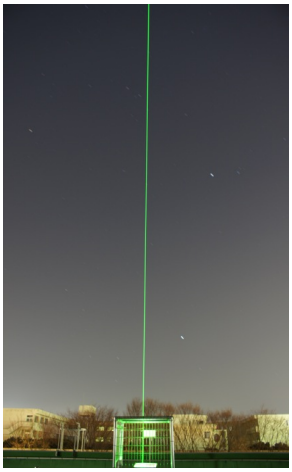
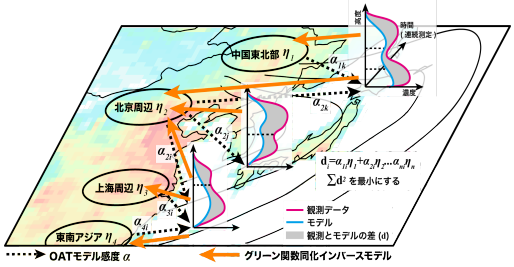


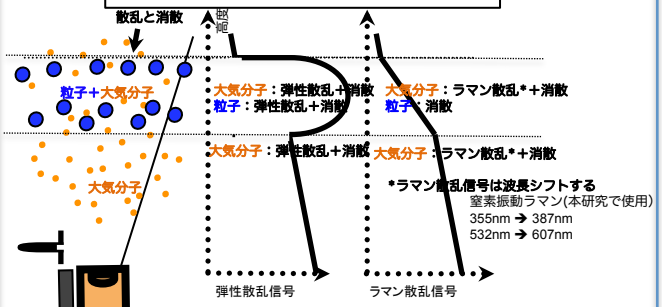
多波長ミー･ラマン散乱式大気環境計測ライダー
Multi-Wavelength Mie-Raman Scattering Lidar for Atmospheric Observation (NIES/MMRL232)

九州大学応用力学研究所
大気環境モデリング分野　&　大気環境統合研究センター

目的
エアロゾル（特に大気汚染粒子）による気候・大気環境への影響評価の向上を主眼とし、アジア域の主要なエアロゾル種の光学特性の時空間分布、およびその動態を対流圏内で連続的に計測し、地上観測およびデータ解析を行い、モデル同化のための観測・解析データセットを構築する。



ミー･ラマン散乱ライダーの原理



ライダーはレーザーを大気へ射出し、大気分子や粒子（エアロゾルや雲）により後方散乱された光の強度を測定する。ミー・ラマン散乱ライダーでは、大気分子と粒子による弾性散乱光と、大気分子（例えば窒素）によるラマン散乱光（非弾性散乱）を同時に測定する。
ゾンデ観測等による大気分子の高度分布情報を用いることで、２つの測定信号から大気分子による寄与を理論計算により除くことができる。よって、ラマン散乱信号からは、粒子の消散係数の情報を、弾性散乱信号からは、粒子の消散係数と後方散乱の情報を引き出せる。これら２つの信号を同時に解析することで、粒子の消散係数と後方散乱係数を独立に推定できる。

多波長･偏光ライダーによるエアロゾル成分分離の原理

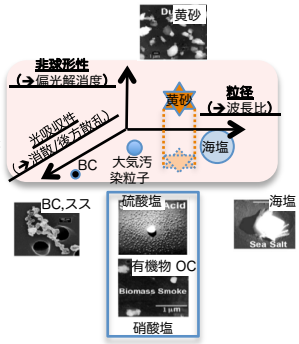
ライダー計測要素（7要素）

- 粒子の消散係数（2α）
- 粒子の後方散乱係数（3β）
- 粒子の偏光解消度（2δ）

エアロゾルパラメータの推定 → 光学モデル＋モデル結果

- BC, 黄砂、海塩、大気汚染粒の消散係数（σ_j）
- 黄砂、海塩、大気汚染粒子の粒径（R_j）

大気汚染粒子組成は、モデルの結果を加味して、硫酸塩、硝酸塩、有機炭素に分離推定し、全体として整合した結果を得る。



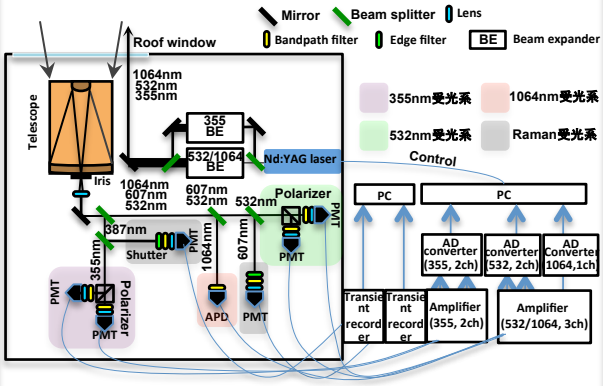
ライダー観測データからエアロゾルの組成を求めるには、エアロゾル種類毎の光学モデルを用いる。ＢＣや黄砂は独立に分離できるが、大気汚染粒子（硫酸塩、硝酸塩、有機炭素）は特別な解析が必要。
大気汚染粒子の分離に仮定が必要なパラメーターにはモデルの出力を可能な限り用いる。その結果出てくる不一致（観測誤差を超える不一致）は、排出量などの境界条件に起因すると考える。これが現状では、モデルと観測の整合性がとれた方法。

ライダーシステムの計測フロー

Mie(355/532/1064)-Raman(387,607) lidar system

2α(355,532)+3β(355,532,1064)+2δ(355,532) system

α：消散係数
β：後方散乱係数
δ：偏光解消度



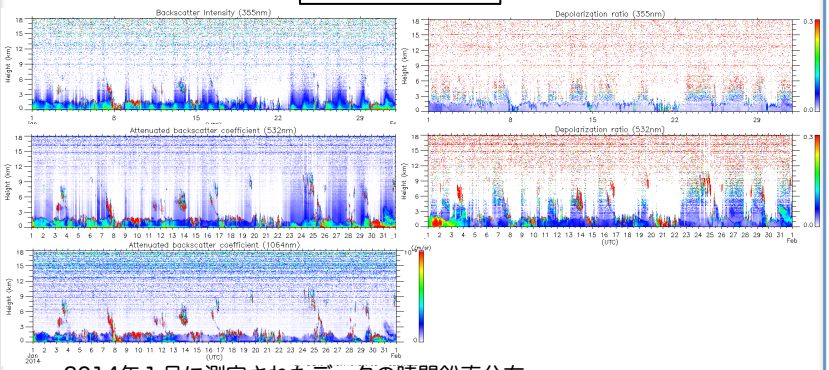
Specifications

Transmitter	Specification
Laser type	Nd:YAG, Q-switched, linearly polarized [Quantel]
Wavelength	1064, 532, 355nm
Pulse energy	165 (1064nm), 105 (532nm), 60 mJ (355nm)
Repetition rate	10Hz
Beam Divergence	< 0.1mrad (using a 5x expander)
Pulse duration	4-5ns

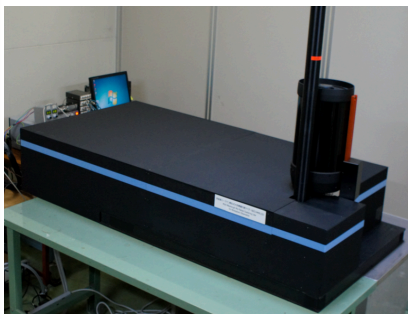
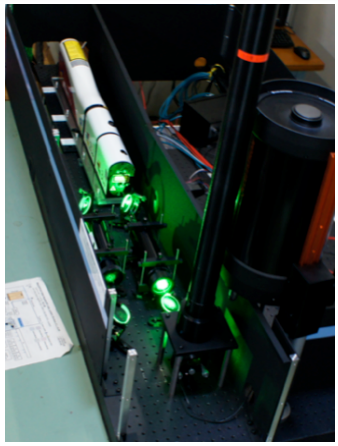
Receiver	Specification
Telescope	Schmidt-Cassegrain, Diameter=203mm, Focal length =2.032m [Celestron]
FOV	1mrad
Detectors	PMTs for 355, 532nm for elastic channel [Licel] PMTs for 387, 607nm for Raman channel [Licel] APD for 1064nm [Licel]
Bandpath filter	1nm (FWHM) for each channel

Data acquisition	Specification
Elastic channels	Analog measurement A/D converter for 355, 532, 1064nm [Turtle Industry co.](25MHz, 16bit)
Raman channels	Photon counting & Analog measurement Transient recorder for 387, 607nm [Licel] (20MHz, 16bit for analog, 250MHz for photon counting)

観測結果の例



2014年１月に測定されたデータの時間鉛直分布。
左図）　弾性散乱信号強度（上から波長355nm, 532nm、1064nm）
右図）　全偏光解消度（上から波長355nm、532nm）

観測は５分間測定１０分間休止の１５分サイクルで実施されている。データは５分間積算され、さらに高度６m毎に積算されて出力される。上図では５分間積算、高度３０m積算されたデータが示されている。信号強度の強い部分（左図で赤く示されている部分）の多くは雲による散乱を示している。高度２km以下の低層で見られる比較的強い信号（左図で緑や濃青で示されている部分）はエアロゾルによる散乱を示している。

ライダー装置の外観