

# ライダーによる粒子径分布計測のための多重散乱モデル

## ライダーによる粒子径分布計測のための多重散乱モデル

千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
平成19年度共同利用研究発表 (2008.2.28)



岐阜大学工学部  
吉田 弘樹



## はじめに

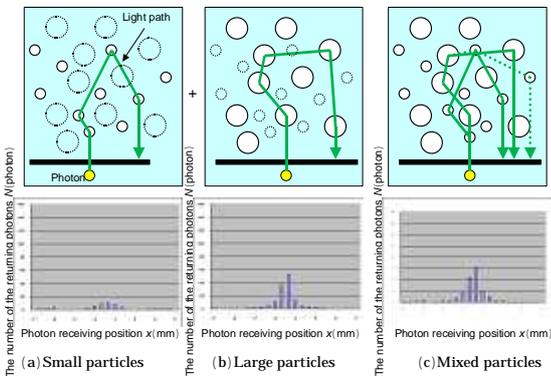
本研究ではライダーを用いて雲の粒子径分布を計測することを目指している。レーザーを雲に照射すると、散乱光の2次元画像が得られる。その画像の偏光および強度分布は、粒子径分布を反映していると考えられる。

その2次元画像から粒子径分布を得るためのモデルを構築することを目的とし、以下の研究を実施した。

- 標準粒子を用いた室内実験で、モデルを検証する。
- 雲にレーザーを照射し、散乱光の2次元画像とモデルによるシミュレーション結果との比較検討を行う。

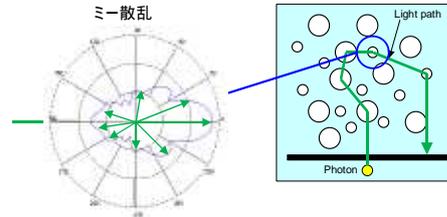
Yos20080205-2

## 異なる粒子径間の散乱を無視したモデル



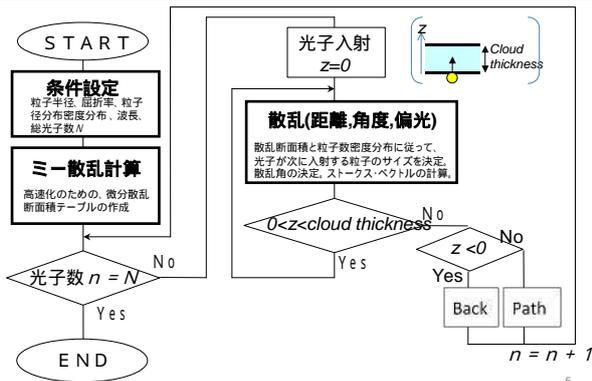
3

## 本研究の多重散乱モデル



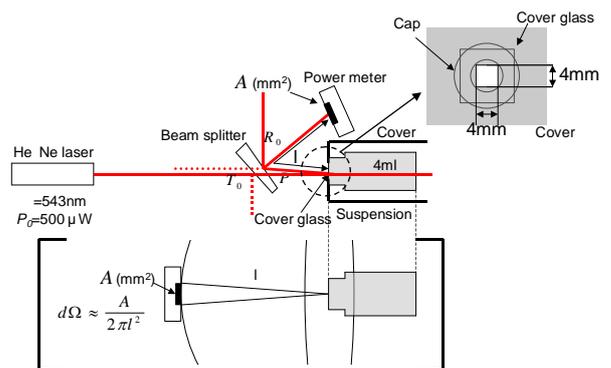
4

## 多重散乱モデルによるモンテカルロ法シミュレーション



5

## 後方散乱光測定実験



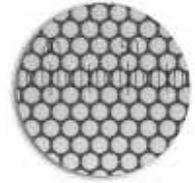
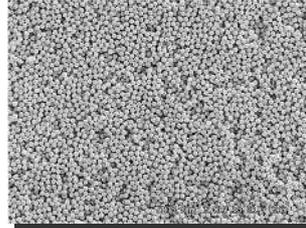
6

## 単一粒子径サンプル

粒子	数密度
0.44 μm アクリル粒子	0.01, 0.018, 0.1, 0.2 0.3, 0.4, 0.75, 1.0 (μm <sup>-3</sup> )
2 μm ポリスチレン標準粒子	1.0 × 10 <sup>-4</sup> , 3.15 × 10 <sup>-4</sup> 6.5 × 10 <sup>-4</sup> , 13.0 × 10 <sup>-4</sup> (μm <sup>-3</sup> )
4 μm ポリスチレン標準粒子	1.5 × 10 <sup>-5</sup> , 3.0 × 10 <sup>-5</sup> 6.0 × 10 <sup>-5</sup> , 12.0 × 10 <sup>-5</sup> (μm <sup>-3</sup> )

7

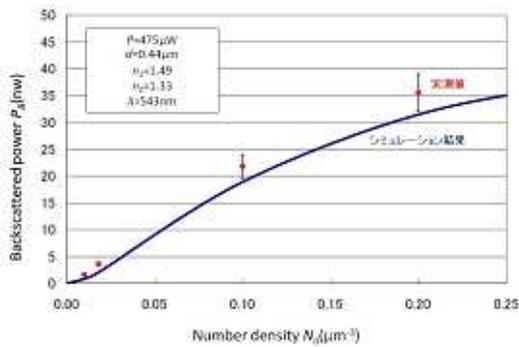
## 単一粒子径サンプル



0.44 μm アクリル粒子のSEM写真

ポリスチレン標準粒子 (Std. Dev 1.0%)  
Duke Scientific Corporation 80205-8

## 単一粒子径サンプルの後方散乱光 (0.44 μm アクリル粒子懸濁液)



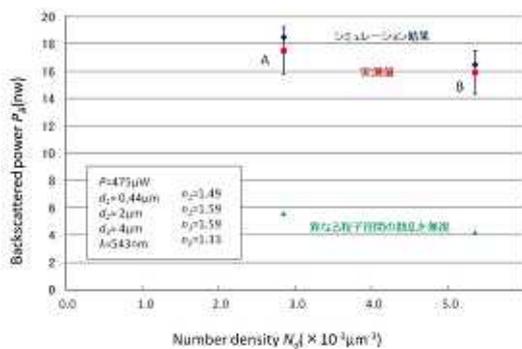
9

## 異なる粒子径のサンプル (混合懸濁液)

Mixture	Condition
A	0.44 μm アクリル懸濁液 (1.0 × 10 <sup>-2</sup> (μm <sup>-3</sup> )) 1ml 2 μm ポリスチレン標準粒子懸濁液 (1.3 × 10 <sup>-3</sup> (μm <sup>-3</sup> )) 1ml 4 μm ポリスチレン標準粒子懸濁液 (1.2 × 10 <sup>-4</sup> (μm <sup>-3</sup> )) 1ml
B	0.44 μm アクリル懸濁液 (1.0 × 10 <sup>-2</sup> (μm <sup>-3</sup> )) 2ml 2 μm ポリスチレン標準粒子懸濁液 (1.3 × 10 <sup>-3</sup> (μm <sup>-3</sup> )) 1ml 4 μm ポリスチレン標準粒子懸濁液 (1.2 × 10 <sup>-4</sup> (μm <sup>-3</sup> )) 1ml

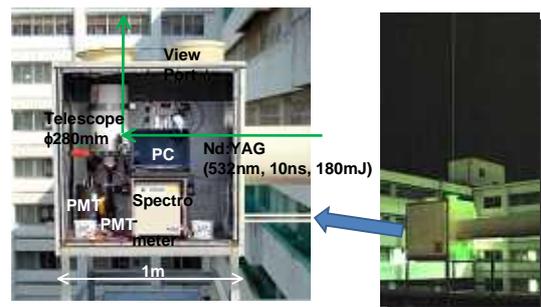
10

## 混合懸濁液 (A, B) の後方散乱光



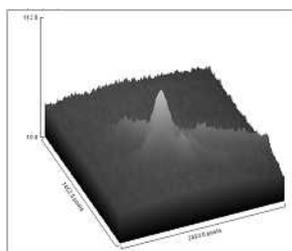
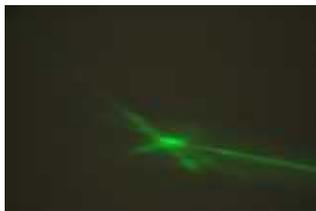
11

## Lidar 屋上設備の構成



12

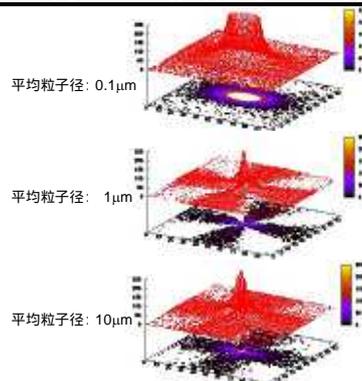
## 散乱光2次元画像(P偏光)



Camera: Nikon D70S, 1s  
Lens: Tamron AF 200-400mm  
Laser: Surelite, Nd:YAG, 532nm, 10ns, 50 mJ

13

## 多重散乱モデルシミュレーション で得られる散乱光2次元画像



14

## 結論

- 多重散乱モデルを構築し、モンテカルロ法による計算機シミュレーションで散乱光の偏光および強度を2次元で得られるようにした。
- 標準粒子のサンプルを用いた室内実験とシミュレーションとの後方散乱光強度を比較し、誤差が $\pm 10\%$ であることを検証した。
- ライダーを用いて雲の散乱光2次元画像を測定した。シミュレーション結果と比較すると、平均粒子径 $\sim$ 数 $\mu$ mと推定される。

**今後の課題:** 計測画像とシミュレーションとの誤差が少なくなるようにイタレーションすることで、粒子径分布を得る。

Yos20080205-15