

# F 4

## エキシマレーザーレーダによる 大気のリマン・蛍光分光分析

Raman Scattering and Fluorescence Spectroscopic Analysis  
of the Atmosphere by Excimer Laser Radars

上野 真史 大高 真人 小林 喬郎

Masafumi Ueno, Masato Ohtaka and Takao Kobayashi

福井大学工学部電気工学科

Department of Electrical Engineering, Fukui University

### 1. はじめに

最近、UV領域で高効率、高出力発振特性を有するエキシマレーザーの開発が進み、光化学、分光学、半導体プロセス等の様々な分野への応用が展開されている。我々は、このレーザーの環境計測への応用を目指してUV領域特有のリマン・蛍光分光方式レーザーダシステムを開発し、環境大気中の $N_2$ 、 $O_2$ 、 $H_2O$ 分子、エアロゾル等の多元遠隔計測法を検討してきた。1) 本文ではリマン・蛍光分光方式エキシマレーザーダの特長と基礎実験結果を示し、 $KrF$ 、 $XeCl$ 、 $XeF$ 動作での大気のリマン計測特性について報告する。

### 2. エキシマレーザーダの特長

エキシマレーザーダは、紫外域レーザーを光源とするため、次の特長が見出される。(1)大気分子のリマン散乱、及びリマン散乱の断面積が可視域に比べて増大する。(2)高い量子効率を有する検出器が存在する。(3) $\lambda < 300$  nmでは太陽からの背景光雑音の影響が少ない、ソーラブラインド領域となる。(4)可視域レーザーに比べ、肉眼に対する安全性が高い。

$N_2$ 分子のリマン散乱測定における信号対雑音比(S/N)のレーザー波長依存性を解析した結果、測定距離3kmでの夜間におけS/Nは $\lambda = 400$ nm付近で最大となった。また、日昼の測定では可視域において背景光雑音が増大するため300 nm付近でS/Nが最大となった。さらに近距離では、夜間でも、 $\lambda < 300$ nmの紫外域波長が有利となることが分かった。

### 3. 装置構成

図1にエキシマレーザーダの装置構成を示す。エキシマレーザー(QUESTEK 2240型)のビームは石英プリズムを通り大気中に送出される。紫外域波長、特に248nmの $KrF$ レーザー波長ではAlコートミラーの反射率が50%以下と低くなるため、ビーム方向を変えるには石英の全反射プリズムが必要となる。大気からの後方散乱光は、直径20cmのニュートン型反射望遠鏡で集光され回折格子分光器で分光された後、光電子増倍管(PMT)で検出され、分解能8ビット、最小サンプリングタイム20nsのトランジェントレコーダー、及びボックスカー積分器に入力される。トランジェントレコ

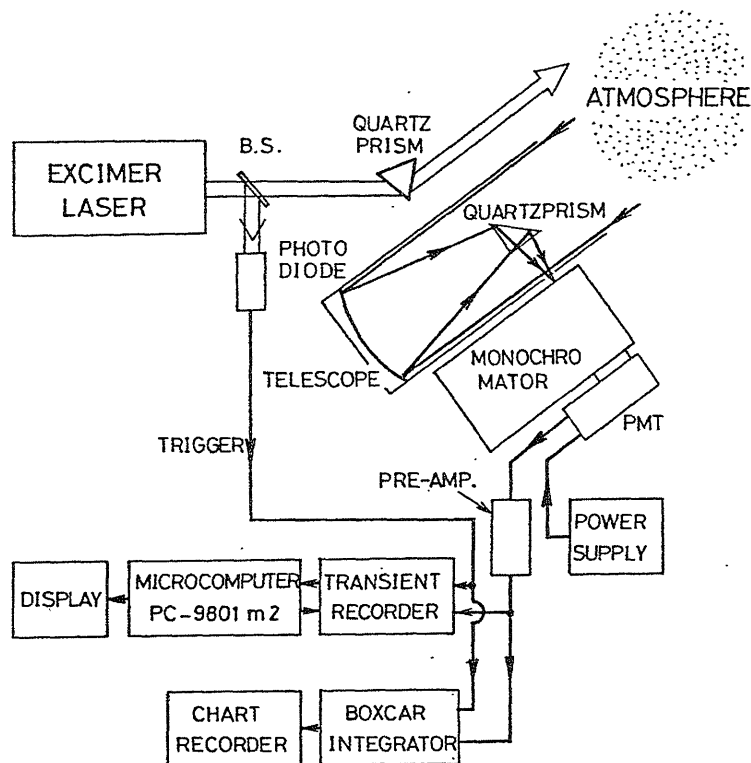


図1 エキシマレーザーダシステムの構成

ーダー出力は、マイクロコンピュータに転送され、積算平均処理された後、CRTに表示される。

#### 4. 受信電力特性

図2に夜間の大気N<sub>2</sub>分子のラマン散乱強度のAスコープ波形と、その相対誤差εを示す。R=300mまでは、出力及びラマン散乱断面積の大きいKrFでのS/Nが高いが、それ以上の距離では、透過率の大きいXeFでのS/Nが上まわっている。このときの減衰定数は、KrFで1.3km<sup>-1</sup>、XeFで0.7km<sup>-1</sup>であった。また、日昼の測定においてはKrFでのS/NがR=300~600mでの距離でXeFでの値を上まわっていることが分かった。

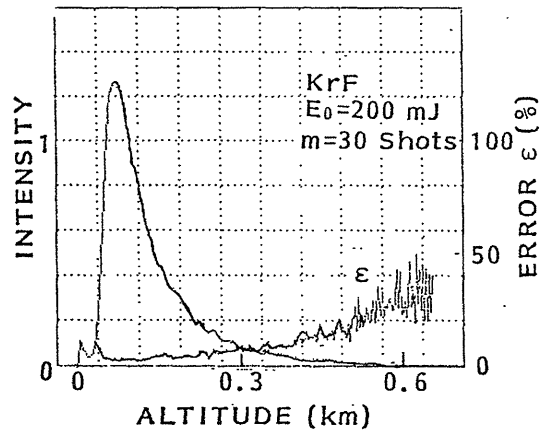
#### 5. 大気のラマン及びエアロゾルの蛍光スペクトル

図3に、XeCl動作での高度75mにおける大気のラマンスペクトルの測定例を示す。N<sub>2</sub>分子の他にO<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>O分子のラマンスペクトルが測定できている。図4はR=300mにおけるKrFでの大気スペクトルのプリズム分光器による測定例である。波長分解能は紫外域で9nm、可視域で43nmになっている。この時、波長420nmを中心に±120nmの広い領域でエアロゾルの蛍光が観測でき、さらに、高分解能化を画することで蛍光スペクトル形状が測定可能となり、エアロゾル成分と密度の空間分布測定が可能になるものと考えられる。

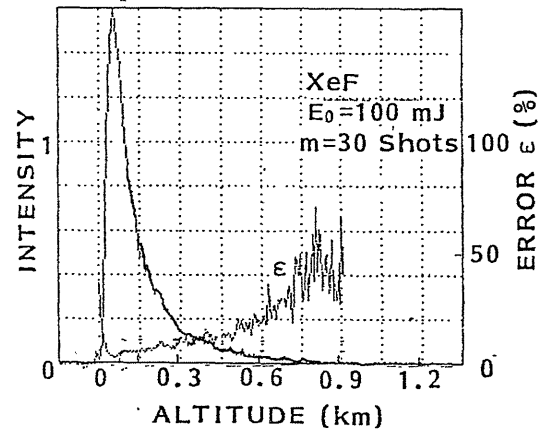
#### 6. むすび

以上、エキシマレーザの環境計測への応用を目指し、エキシマレーザレーダを構成した。大気分子とエアロゾルのラマン及び、蛍光スペクトルを確認し、紫外域レーザ励起で初めて可能となるエアロゾルの成分遠隔分析法を検討した。

参考文献 1) 河島、小西、大高、小林 : 第10回レーザ・レーダシンポジウム予稿集 P.52 (1985)



(a)



(b)

図2 大気N<sub>2</sub>分子のラマン散乱強度のAスコープ波形

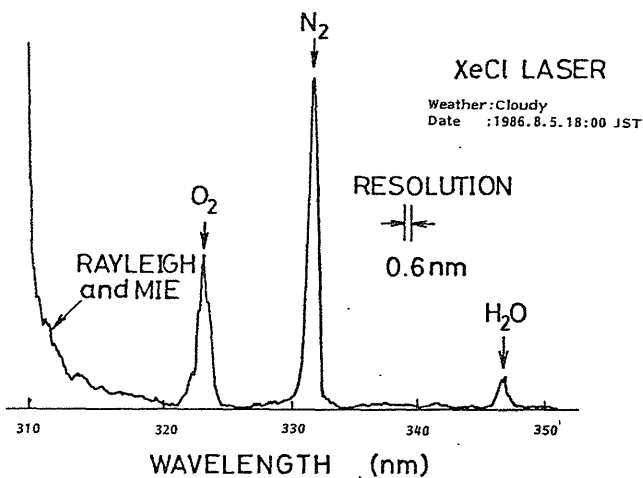


図3 XeClによる大気のラマン散乱スペクトル

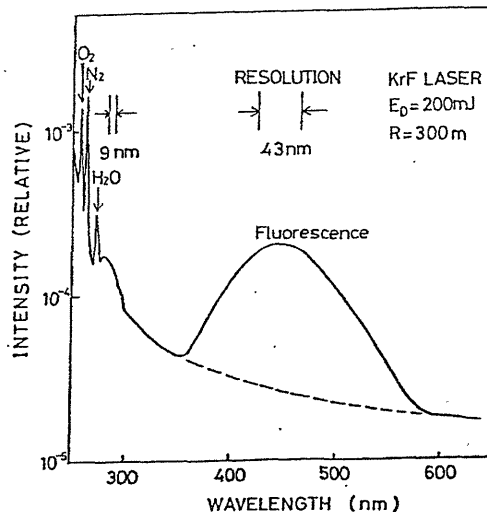


図4 KrF励起によるエアロゾルのスペクトル