

色素レーザーレーダーによるナトリウム層の観測 I — 送信装置  
 Observations of the Atmospheric Sodium Layer by a Tunable Dye Laser Radar I — Transmitter

十文字正憲\*, 大沼利弘\*\*, 富田ニ三彦\*\*, 岡野章一\*\*, 上山 弘\*\*  
 M. Jumonji\*, T. Onuma\*\*, F. Tomita\*\*, S. Okano\*\*, H. Kamiyama\*\*

\* 八戸工業大学 \*\*東北大学 理学部 超高層物理学研究施設

\* The Hachinohe Institute of Technology

\*\* Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

高層大気中のナトリウム原子を観測するため東北大と八戸工大のグループは 1978年より共鳴散乱方式レーザーレーダーの改良を手がけてきた。その結果送信出力の向上と発振波長の狭帯域化に成功をおさめ、昨年秋からの本格的な観測も順調に進められている。今回は送信装置についてその主な改良点を概説する。

我々が1972年に日本で初めて中間圏ナトリウム層の観測に成功した時、その送信出力はわずかに1~2 mJであり、ナトリウム層の空間的および時間的な分布を正確に知りそれに対して何らかの物理学的考察を加えるにはほど遠い状態であった。そこで高い送信出力でしかも発振波長巾の極めて狭い tunable dye laser の開発が進められた。Fig.1にその高出力色素レーザー装置のブロックダイヤグラムを示す。レーザーヘッドは2重楕円筒とし、その中央に色素セル(6φ×150)を、両側の焦点には自作の空気放電管をそれぞれ配置した。自作の放電管は石英ガラスチューブとステンレスの電極から成り、200 J/shot の入力で約6000 shots の寿命を持っている。なお放電管の冷却には蒸留水を用いた。電源コンデンサには低インダクタンスオイルコンデンサ(4μF, 15KV)を2個用い1個のギャップスイッチで駆動する。波調同調には3個のファブリ・ペローフィルターを用い、特にそのうちの2段目のフィルターを同時に出力鏡として使用したため、高い効率のチューニングを可能にした。使用したファブリ・ペローフィルターはいずれも反射率50%で、その spacing および出力特性を Table 1 に示す。spacer はタンガステン線および石英ガラスを用いている。さらに、波長安定度を高いレベルで保つため、1段目および2段目のファブリ・ペローフィルターは±1°C の恒温槽に格納し、特に3段目のフィルター(兼出力鏡)は±0.05°C の恒温槽に格納してある。このため数時間におよぶ連続観測中もほとんど波長の安定性に関して気を遣う必要がなくなった。3段のファブリ・ペローフィルターによってチューニングされた出力光はコーリメーターレンズによってそのビームの広がりを全角で3m rad に狭げられ45°に傾けられた表面鏡に反射して天頂方向に出力される。使用した色素はロ-ダミン6G のイソプロピルアルコール溶液(1×10<sup>-4</sup> mol/l)で、5lを冷却し

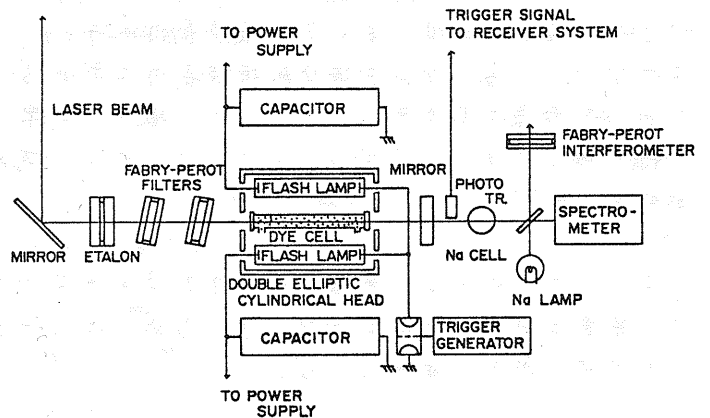


Fig. 1 色素レーザー送信システム

Spacings (mm) of etalons	Total width of spectrum (nm)	Output energy (mJ)
-	10	450
0.01	1	250
0.01 0.2	0.04	100
0.01 0.2 4.0	0.003	>50

Table. 1 ファブリ・ペローフィルターと出力特性

循環して用いている。

Fig. 2 にレーザーの入出力特性を示す。

ファブリ・ペローフィルターによる波長のチューニングを行わない時、400 Joule の入力に対し約 0.35 Joule の出力が得られるが、ファブリ・ペローフィルターをそう入して波長チューニングの精度を上げるにつれ、1段につき 30~50% の割合で出力の低下が見られる。しかしながら3段のファブリ・ペローフィルターを用いた時、2段用いた時に比べて出力の低下はわずかに 10~20% にとどまっている。これは前述したように3段目のフィルターを同時に出力鏡として使用したことによる理由があると思われる。

次に飛振の波長および波長巾の検定についてはモノクロメータ、ナトリウムセル、ファブリ・ペロー干渉計を同時に用いた。(Fig. 1 参照) 検定には 100% 鏡から出力したレーザー光を用い、ナトリウムランプとの比較からモノクロメータにより  $\pm 0.5 \text{ \AA}$  の精度で波長を合わせ、さらにナトリウムセルとフリースペクトラルレンジ  $0.6 \text{ \AA}$  のファブリ・ペロー干渉計により最終的な波長チューニングを行った。さらに飛振波長巾についても上述のファブリ・ペロー干渉計を用いた。その干渉像を Fig. 3 に示す。この干渉計のフィネスが約 20 であることを考慮し、観測中は常時ファブリ・ペロー干渉計の目視によって飛振波長巾のチェックを行っている。なお正確な飛振波長巾を求めるため、干渉像を高度度のフィルム上に撮り、大学へ持ち帰ってマイクロデンシトメータによって読み取りを行ったところ、最終的な波長巾  $0.03 \text{ \AA}$  が判定された。

以上 出力約 80 mJ 飛振波長巾  $0.03 \text{ \AA}$  のナトリウム層観測用色素レーザーについて概説した。現在その装置を用いて観測を行っているが、さらに出力を向上させる方法および放電管の改良についても同時に研究を進めている。

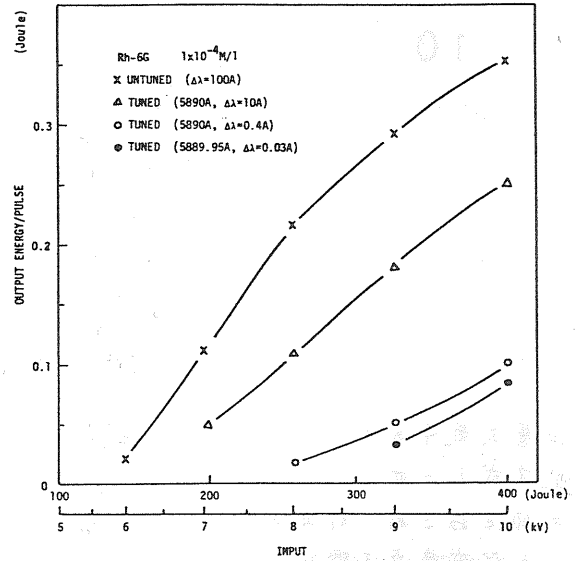


Fig. 2 入・出力特性

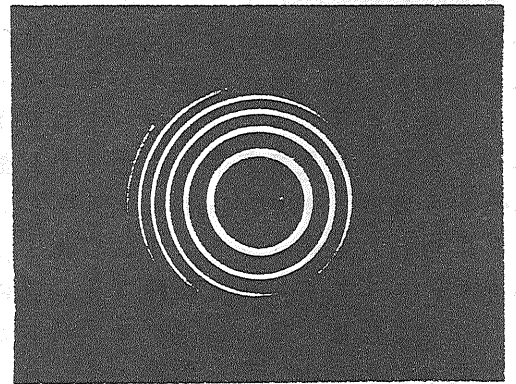


Fig. 3 飛振波長巾の検定