

**C 8** 半導体レーザーを局発に用いたレーザーヘテロダイン分光計の開発 ( I I )  
 Development of a Laser Heterodyne Spectrometer using  
 a Tunable Diode Laser as a Local Oscillator ( II )

岡野章一、田口 真、福西 浩  
 (Shoichi Okano, Makoto Taguchi, Hiroshi Fukunishi)  
 東北大学理学部超高層物理学研究施設  
 (Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University)

SYNOPSIS: We are developing a laser heterodyne spectrometer using a tunable diode laser (TDL) as a local oscillator for remote sensing of atmospheric ozone and other minor constituents. Quite recently, we have succeeded in measuring solar absorption spectra around  $1060\text{ cm}^{-1}$  with resolution of  $0.0027\text{ cm}^{-1}$  by a current tuning of wavenumber of single mode radiation from TDL. In this report, we give a description of the whole system and present some examples of atmospheric absorption spectra.

はじめに

我々はオゾンおよびそれに関連する他の大気微量成分のリモートセンシングを目的として、波長可変半導体レーザー ( T D L ) を局発に用いたレーザーヘテロダイン分光計の研究開発を進めているが最近、レーザー電流走査によりシングルモード発振波数の掃引を行う方式を用いて大気吸収線の観測に成功したので、本講演でレーザーヘテロダイン分光計を含めたシステム全体の概要について述べる。

レーザーヘテロダイン分光計

レーザーヘテロダイン分光計のブロック図を第1図に示す。太陽光はヘリオスタットで追尾され、口径15cmの反射望遠鏡で集光され室内のシステムへ導かれる。局発TDLのシングルモード発振はクロードサイクルヘリウム冷凍機と温度安定化装置により約46~53° Kの温度範囲で実現した。シングルモード発振の電流による同調可変範囲は $0.4\sim 0.7\text{ cm}^{-1}$ である。TDLビーム、信号(太陽光)ビームはそれぞれGeレンズでHgCdTe光ミキサーに集光される。光ミキサーに流れる光電流値から求めた局発パワーは約 $3\mu\text{ W}$ である。光ミキサーからのヘテロダイン信号は69dBの増幅をうけたのちB=40MHzカットのローパスフィルターを通過し、自乗検波され、信号ビームに入れられたチョッパー(850Hz)からの信号を参照して同期検波される。従って局発発振周波数を中心とした両側波帯を合わせた分解能は80MHz ( $0.0027\text{ cm}^{-1}$ )である。

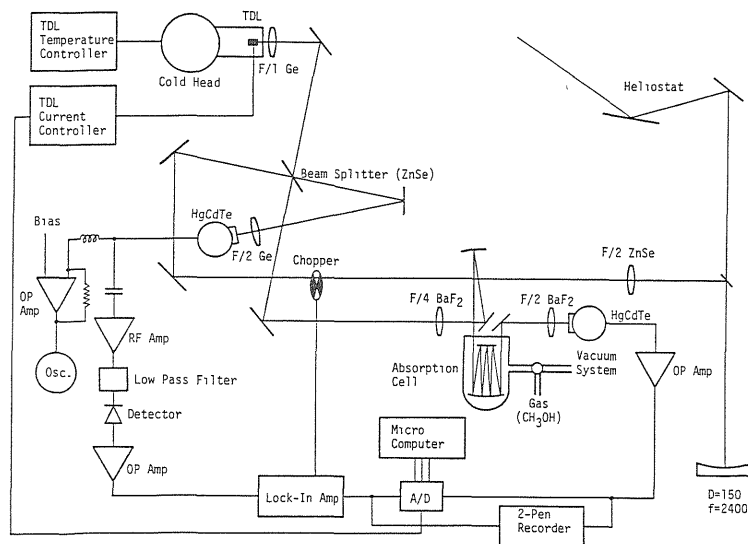


Figure 1. Schematic diagram of the tunable diode laser heterodyne spectrometer

### 波数同定

局発シングルモード発振の波数は、まず最初にヘリウムネオンレーザーの高次回折光で較正された赤外分光器（分解能  $0.5 \text{ cm}^{-1}$ ）で粗く同定され、更に細かい波数同定は、ビームスプリッターを透過した局発ビームを用いて吸収セルに封じたメタノールの吸収スペクトルを測定することにより行われた。この方法による波数同定の精度は  $\sim 0.001 \text{ cm}^{-1}$  である。

### 大気吸収線観測

第2図に  $1064.570 \sim 1064.610 \text{ cm}^{-1}$  の範囲のオゾン吸収線観測の一例を示す。このスペクトルは積分時間  $\tau = 300 \text{ msec}$  の掃引を11回重ね合わせて得られたものである。図にみられるスペクトルのS/N比は約100であるが、 $B = 40 \text{ MHz}$ 、 $\tau = 3.3 \text{ sec}$  に対する量子限界のS/N比は、光ミキサの量子効率（0.5）、強い吸収線の間の大気透過率（0.8）、TDLビームの偏光による損失（0.5）、信号ビームのチョッピングによる損失（0.5）、およびビームスプリッターによる損失（0.5）を考慮に入れると約4000と予想される。S/N比低下の大きな原因としては局発パワーが小さいことと、種々の光学素子の反射、透過損失によるものと思われる。

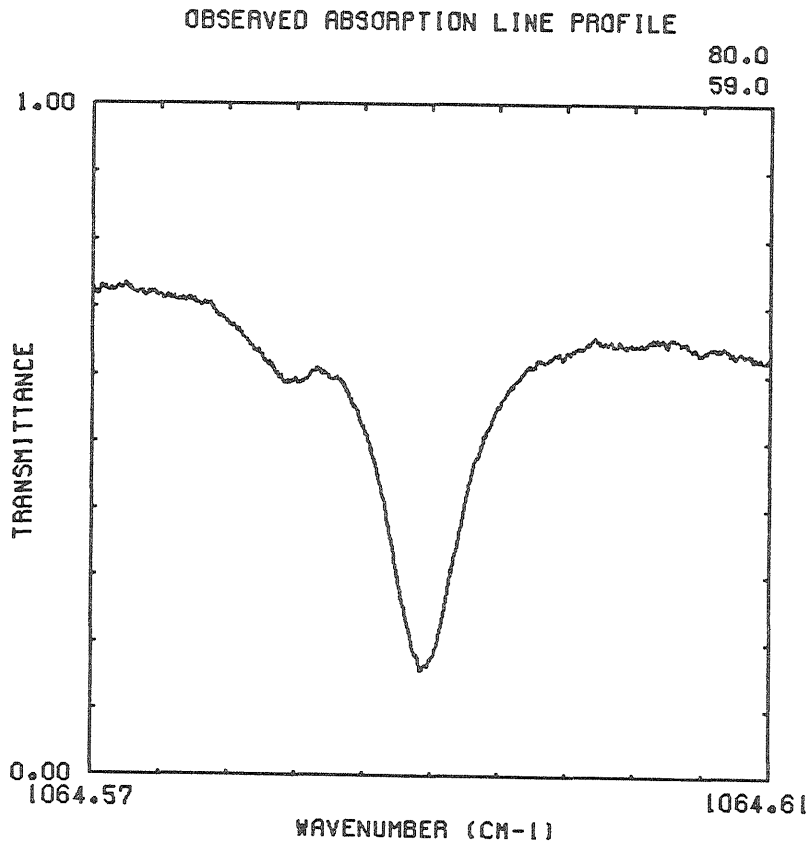


Figure 2. An example of solar absorption spectrum of atmospheric ozone.  
Superposition of 11 scans. Integration time of each scan is 300msec.