

# P 1 2 南極オゾンホール観測用レーザーヘテロダイン分光計の開発

## Development of a laser heterodyne spectrometer for observation of the Antarctic ozone hole

福西 浩、岡野章一、田口 真、小出理史

Hiroshi Fukunishi, Shoichi Okano, Makoto Taguchi, Michihiro Koide

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

**Abstract** A new laser heterodyne spectrometer is being constructed for observation of the atmospheric minor constituents related to formation of the Antarctic ozone hole. This instrument is equipped with four local oscillator diode lasers which operate in different wavenumber regions from  $900\text{ cm}^{-1}$  to  $1220\text{ cm}^{-1}$ , and the wavenumber resolution is  $\sim 0.001\text{ cm}^{-1}$ . The optical system and the electrical system except for the data acquisition apparatus are protected by an aluminum shield against external temperature fluctuation and EMI noises. The target molecules of this instrument are ozone, nitric acid, nitrous oxide, methane and water vapor.

東北大学理学部超高層物理学研究施設では波長可変半導体レーザーヘテロダイン分光計 (TDLHS) を開発し、それを用いて大気微量成分の観測を行ってきた。TDLHS は波長  $10\ \mu\text{m}$  付近の中赤外域で動作する分光計であり、局発の量子雑音によって決まる感度と大気吸収線のドップラー・コアまで分解可能な超高分解能を有する。これまでにこの装置を用いて太陽を光源として大気吸収線スペクトルを地上から測定することにより、対流圏から成層圏大気中のオゾン、一酸化二窒素、メタンの高度分布を得ることに成功している。今回は、南極昭和基地において、オゾンホール関連微量気体成分を観測することを目的として製作中の半導体レーザーヘテロダイン分光計 (TDLHS-3) について紹介する。

Fig. 1 に TDLHS-3 のブロック図を、また Table 1 に基本的な性能を示す。TDLHS-3 は、現在稼働中の可搬型レーザーヘテロダイン分光計 (TDLHS-2) をもとに設計され、いくつかの点で改良を加えてある。TDLHS-2 では半導体レーザーと赤外検出器が同一の液体窒素デュワーに内蔵されていたが、TDLHS-3 では光軸調整を容易にするためにそれらを別々の液体窒素デュワーに内蔵する。半導体レーザーを内蔵した液体窒素デュワーは Ge 真空窓が 2 カ所に取り付けられていて、それぞれに 2 個ずつ合計 4 個の半導体レーザーが搭載される。使用する局発半導体レーザーはリセットブル・ミラーの脱着とレーザー・コリメーション・レンズの水平移動によって選択される。4 個の局発半導体レーザーによる分光波数域は  $\sim 900\text{ cm}^{-1}$ 、 $\sim 1100\text{ cm}^{-1}$ 、 $\sim 1190\text{ cm}^{-1}$ 、 $\sim 1220\text{ cm}^{-1}$  であり、それぞれ硝酸、オゾン、一酸化二窒素、メタン及び水蒸気の吸収線が存在する波数域に対応する。それに対して装置帯域幅は  $\sim 0.001\text{ cm}^{-1}$  であるので、分解能は  $\sim 10^6$  である。温度変動と電磁干渉対策として、光学系部分とレーザー電流・温度コントローラ、RF 受信機、ロックイン・アンプなどを共通のシールドケースに収める。TDLHS-2 ではチョッパーが平行光線中に置かれていたが、TDLHS-3 では一旦軸外し放物面鏡で焦点を結ばせ焦点位置にチョッパーを入れることによってヘテロダイン効率を高める。新たな機能としては、分光器内部にキャリブレーションされた黒体を備え絶対輝度温度の測定が可能である。

このレーザーヘテロダイン分光計による観測のねらいのひとつはオゾンホール形成・消滅過程におけるオゾンと硝酸の高度分布の推移を実測することである。もうひとつは人工的な汚染源がない南極大陸上における一酸化二窒素、メタン、水蒸気などの温室効果気体の高度分布を明らかにすることである。

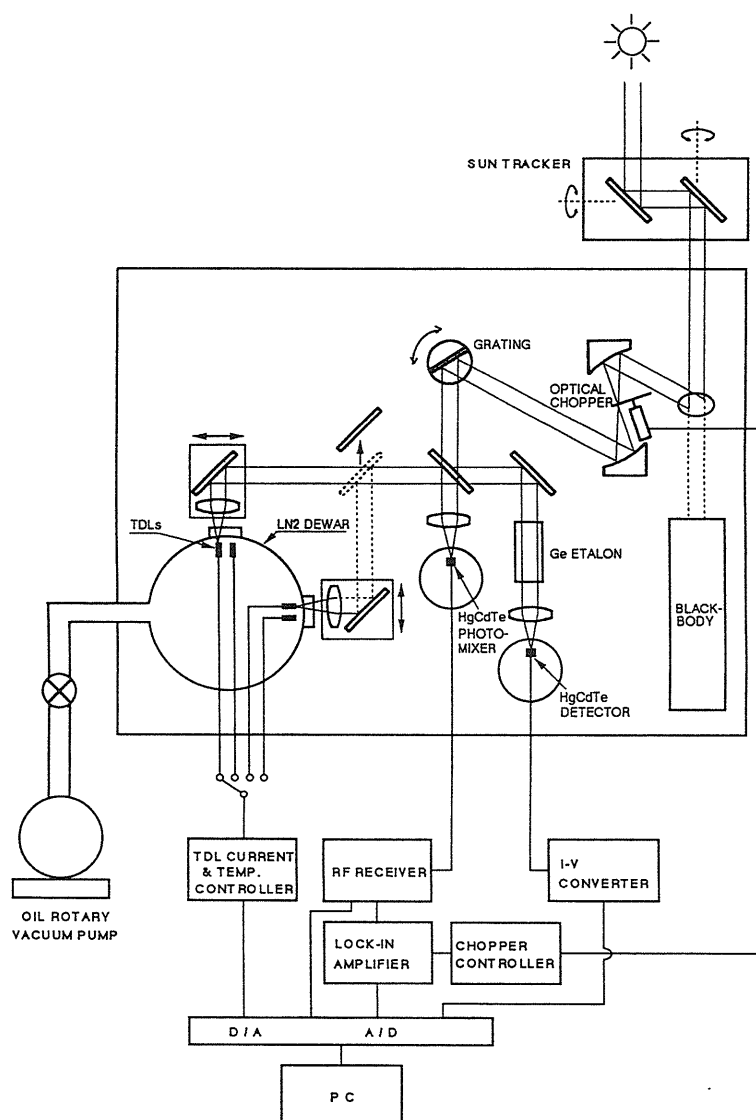


Fig. 1. A schematic diagram of the new laser heterodyne spectrometer.

Table 1. Performance parameters of the new heterodyne spectrometer.

|                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Size                               | 1400mm × 600mm × 500mm                |
| Weight                             | 120kg                                 |
| Spectral region                    | 900, 1100, 1190, 1220cm <sup>-1</sup> |
| Bandwidth                          | 40MHz (0.0013cm <sup>-1</sup> )       |
| Resolving power                    | 6.9 - 9.4 × 10 <sup>5</sup>           |
| Temperature range                  | 65 - 90K                              |
| Temperature stability              | <0.01K                                |
| Liquid N <sub>2</sub> holding time | >2days                                |
| Scan time                          | 9min/spectrum                         |