

レーザーヘテロダイン分光計による成層圏オゾン吸収線の観測
 Observation of Atmospheric Ozone Absorption Lines
 with a Laser Heterodyne Spectrometer

田口 真、岡野章一、福西 浩

(Makoto Taguchi, Shoichi Okano, 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: Ultrahigh resolution (0.0027cm^{-1}) solar absorption spectra of atmospheric ozone in the wavenumber region around 1060cm^{-1} were obtained from observations made with a laser heterodyne spectrometer using a tunable diode laser as a local oscillator. In this report, observed ozone absorption profiles are compared with synthetic profiles. The inversion technique to obtain vertical distribution of ozone from the observed data in which an absorption line is distorted due to nearby absorption lines will be described.

波長可変半導体レーザーを局発とするレーザーヘテロダイン分光計を用いて 1060cm^{-1} 付近の赤外領域で超高分解能(0.0027cm^{-1})のオゾン吸収スペクトルを得ることができた。本講演では観測されたスペクトルとモデル大気から計算されたスペクトルとの比較を行い、現在開発を進めている複数の吸収線が重なり合っている場合に反転法を用いてオゾン高度分布を求める方法についても述べる。

第1図はレーザーヘテロダイン分光計を使って太陽を光源として得られた大気吸収スペクトルの例である。このスペクトルは局発波数を 1064.390cm^{-1} から 1064.520cm^{-1} まで 0.130cm^{-1} に渡って1回約200secで掃引し、0.3secの積分時間で得られたスペクトルを3回重ね合わせて得られたものである。波数掃引にともなう局発パワーの変化に対する補正はほどこしてある。

第1図の観測スペクトルと同じ波数範囲について同じ太陽天頂角(39°)条件のもとで計算されたスペクトルを第2図に示す。地球大気の高さ0kmから100kmまでを68層に分けその各層について波数 1064.390cm^{-1} から 1064.520cm^{-1} 及びその下側上側それぞれ 1cm^{-1} の範囲に含まれる全ての $^{16}\text{O}_3$, $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ 吸収線による吸収を計算した。この波数域では $^{16}\text{O}_3$, $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ 以外には他に強い吸収線はない。計算に必要なライン・パラメータはAFGL HITRAN 1986データベースから引用した。また大気温度及びオゾン数密度の鉛直プロファイルはAFGL中緯度冬季モデル大気を用いた。二酸化炭素については全層にわたって一定(340ppm)の混合率を仮定した。大気の屈折及び曲率、装置幅(80MHz)による線幅の広がりも考慮してある。第2図に示したスペクトルでは3本の $^{16}\text{O}_3$ による吸収線(1064.406 , 1064.419 , 1064.478cm^{-1})と、成層圏 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ の吸収によるDoppler core(1064.509cm^{-1})が見られる。また図に示した波数範囲外の強い吸収線の影響も図の左端近くに現れている。これらの吸収は第1図の観測スペクトルにもはっきり確認できる。

第1図に示した観測スペクトルの信号対雑音比(SNR)は約60である。反転法によりオゾン鉛直プロファイルを求めるには少なくともSNRが200以上のデータを得る必要がある。第1図のスペクトルは3回の掃引で得られたものであるが、SNRは積分時間の平方根に比例するので、約30回以上の掃引を重ねれば要求されるSNRは達成できる。ここに示したスペクトルのように複数の吸収線が重なり合っているスペクトルからオゾン鉛直プロファイルを求める場合、弱い吸収線の重み関数は近くにある他の吸収線の影響で低い高度にピークを持たなくなり、逆に強い吸収線は低い高度まで重み関数が

ピークを持つかわりに吸収線の中心付近では吸収が強すぎて高い高度の情報が得られないということが起こる。そのために求めたい高度によって最適な波数を複数の吸収線にわたって選び反転法をほどこすことが必要になり、現在その手法を開発中である。

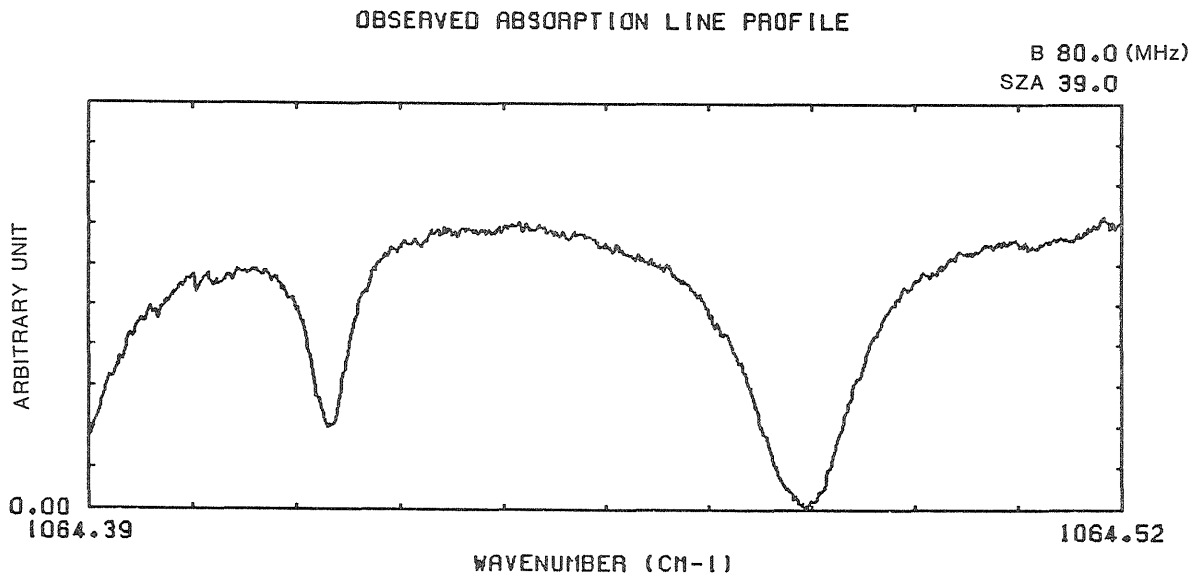


Figure 1. An example of atmospheric spectrum observed with the laser heterodyne spectrometer.

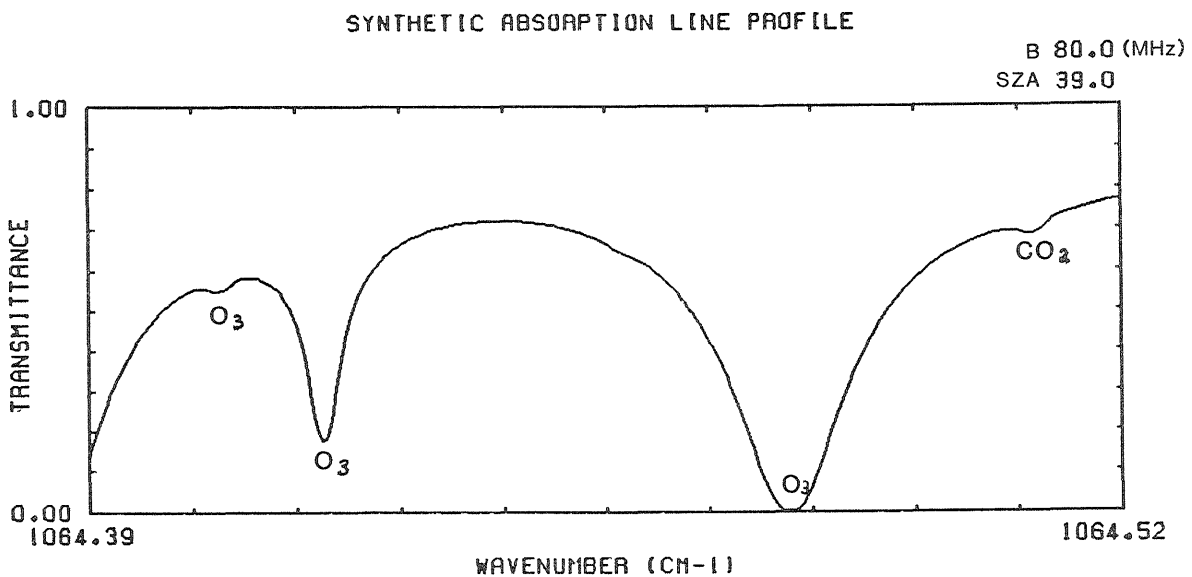


Figure 2. Synthetic spectrum for the same wavenumber region as Figure 1.