

Remote Sensing of Atmospheric O₃, CH₄, and N₂O
with a Portable Laser Heterodyne Spectrometer

田口 真、小出理史、岡野章一、福西 浩

M. Taguchi, M. Koide, S. Okano, H. Fukunishi

東北大学理学部附属超高層物理学研究施設

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

Abstract Observations of atmospheric ozone, methane and nitrous oxide were made at Mt. Haleakala, Maui, Hawaii from September to October, 1991 and at Tsukuba from December to February, 1992 with the portable laser heterodyne spectrometer. Time series of vertical profiles of ozone mixing ratio and total column densities were obtained from the observed spectra with a time resolution of about 1 hour, revealing ozone variations in the altitude range of 25–30km with a period of 2–3 hours.

東北大学理学部ではオゾン及び関連大気微量成分の移動観測を目指して可搬型レーザーヘテロダイン分光計の開発を進めてきた。そして1991年には製作がほぼ完了し本格的に大気観測を開始した。本講演では可搬型レーザーヘテロダイン分光計による観測で現在までに得られている成果を報告する。

可搬型レーザーヘテロダイン分光計の概要は別の講演で詳しく述べるのでここでは割愛する。本装置を用いて、1991年9月26日から10月17日にかけてハワイ、マウイ島、ハレアカラ山頂においてオゾン、メタン、一酸化二窒素の観測を実施した。観測地の標高は3000mで空気が乾燥しているため、水蒸気の吸収が少なく晴天率が高い。また東、南、西の空の視界が確保されていて、日出直後から日没直前まで観測が可能である。9月26日から10月17日の22日間の観測期間のうちで、天候の都合で実際に観測を実施したのは17日間であった。期間全体でオゾン、メタン、一酸化二窒素についてそれぞれ256、97、82個のスペクトルが得られた。

観測に使用した吸収線の波数域はオゾン、メタン、一酸化二窒素についてそれぞれ1100、1200、1180cm⁻¹である。Fig. 1に、10月3日に観測された大気オゾン、メタン、一酸化二窒素の吸収線スペクトルの例を示す。これらのスペクトルは1回のレーザー電流スキャンによって得られた生データから、信号光ショットノイズ成分の減算、レーザーパワーの変化の補正を施し単位エアマスの透過率に換算してある。ハレアカラ山頂の良好な大気条件と観測器の改良のために、オゾンの観測スペクトルについては、従来仙台において1時間以上の観測で得られていたS/Nがわずか9分で得られた。メタン及

び一酸化二窒素については解析時にいくつかのスペクトルを重ね合わせてS/Nを改善する必要がある。オゾンの観測スペクトルのS/Nが他の二つと比較して高いのは、おもに局発レーザーのパワーと検出器の量子効率の違いによる。

Fig. 2(a)は10月7日にハレアカラ山頂において観測された大気オゾンの混合比高度分布の例である。比較のため1990年10月20日に仙台において観測された高度分布を重ねて示してある。対流圏界面高度の違いのため、仙台のオゾン混合比は高度8km付近から増え始めるが、ハワイにおいては高度15km付近から増え始める。その分オゾン全量も仙台の340DUに対してハワイでは288DUと少なくなっている。観測期間は北半球のオゾンが最低値になる時期と一致したため、オゾン高度分布の日々変動は小さかった。10月6日と10日は一日中オゾンのみを観測し、オゾン高度分布の日変化が時間分解能約1時間で得られた。このような高い時間分解能でのオゾン高度分布のリモートセンシングは過去に例がない。その結果、高度25–30kmで周期2–3時間のオゾン変動がとらえられた。

また、1991年12月から1992年2月にかけてはピナツポ火山エアロゾルがオゾン層へ及ぼす影響を調査するために、国立環境研究所と共同で筑波においてオゾン層の集中観測を実施した。Fig. 2(b)にその期間中に可搬型レーザーヘテロダイン分光計によって得られたオゾン高度分布の例を示す。比較のために同日夕方にオゾンゾンデによって得られた高度分布を重ねて示した。まだ解析途中であるがハワイにおける観測結果と比較して大きな時間変動がとらえられている。

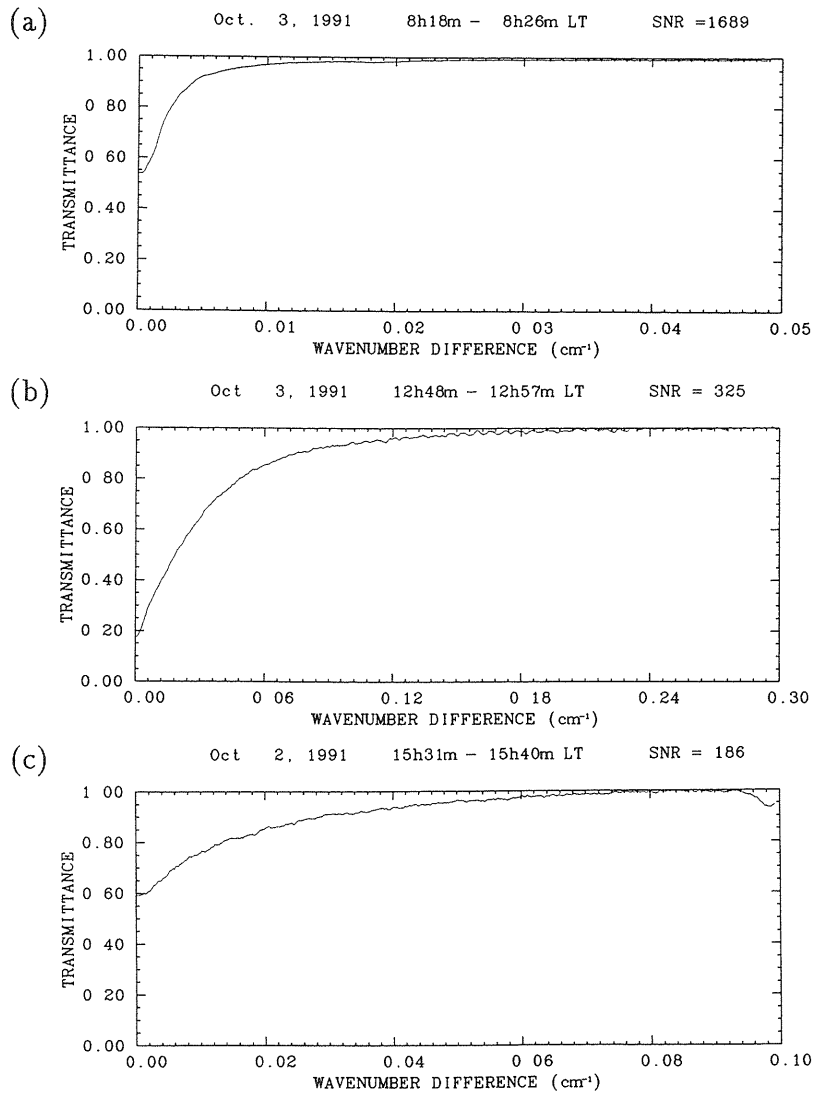


Figure 1. Examples of solar absorption spectra of atmospheric (a) ozone, (b) methane and (c) nitrous oxide observed with the portable laser heterodyne spectrometer at Mt. Haleakala, Maui, Hawaii on October 3, 1991.

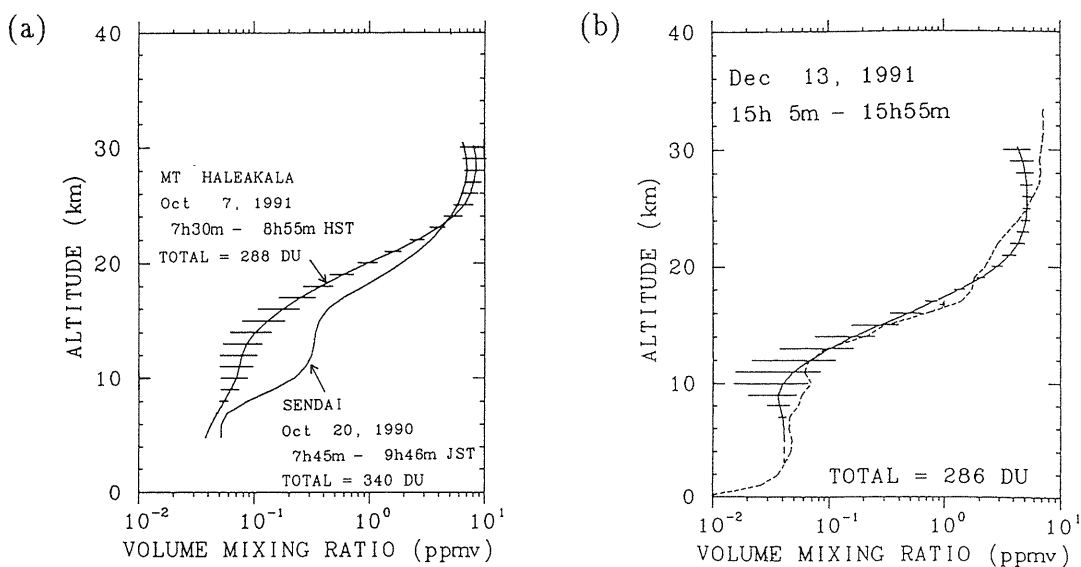


Figure 2. Examples of vertical profiles of atmospheric ozone observed with the portable laser heterodyne spectrometer (a) at Mt. Haleakala, Maui, Hawaii. on October 7, 1991 and (b) at Tsukuba on December 13, 1991.