

# スペクトル取得型光学オゾンゾンデによる成層圏オゾン・二酸化窒素高度分布観測

村田 功<sup>1</sup>、野口 克行<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院環境科学研究科、<sup>2</sup> 奈良女子大学大学院自然科学系

## Measurements of stratospheric ozone and nitrogen dioxide with spectrometer type balloon-borne optical ozone sensor

Isao Murata<sup>1</sup> and Katsuyuki Noguchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduate school of Environmental Studies, Tohoku University

<sup>2</sup> Division of Natural Sciences, Nara Women's University

We have developed a balloon-borne optical ozone sensor and have observed the vertical distribution of upper stratospheric ozone since 1994 using a thin-film high-altitude balloon at Sanriku and Taiki, Japan. The sensor measures solar ultraviolet radiation in ozone Hartley band absorption at wavelength of 300 nm, and vertical ozone distributions higher than 15 km were obtained with 1 km resolution. Recently, we developed a new sensor with small spectrometer to measure also other species such as NO<sub>2</sub> and the measurement was carried out on September 5, 2016. Preliminary results of the vertical ozone distribution and the stratospheric column of NO<sub>2</sub> will be reported at the symposium.

東北大学では上部成層圏のオゾンと直接観測する光学オゾンゾンデを開発し、宇宙科学研究所によって開発された薄型高高度気球と組み合わせて三陸および大樹におけるオゾン高度分布観測を 1994 年から行ってきた。この装置は上部成層圏オゾンと直接観測できる数少ない観測器であり、これまではオゾンによる吸収を受ける波長 (300 nm) とオゾンの吸収を受けない波長 (420 nm) の 2 波長の強度をフィルターによる分光で測定していたが、オゾン以外に二酸化窒素なども同時観測できるよう小型分光計を用いたスペクトル取得型の観測器を開発し、2013 年 5 月に初観測を行った。

しかし、解析してみるとオゾンについてはこれまで同様に高度分布が導出できたものの、吸収量の小さい NO<sub>2</sub> に関してはいくつか問題点が見つかった。そのうちのひとつは S/N が非常に悪いことであるが、これは一つには分光器のアレイセンサーのピクセル毎の感度ムラを補正できなかったことと、もう一つには観測時の太陽天頂角が比較的小さく吸収量そのものが小さかったことが主な原因であった。感度ムラに関しては、当初ピクセル毎のばらつきはホワイトノイズだと考えており積分すれば消えると思っていたために補正用のデータを取得していなかった。そのため、これはあらかじめ感度ムラ補正用のデータを白熱球ランプを使って取得しておくことで解決できる。吸収量そのものが小さいことに関しては太陽天頂角の大きな日出直後に観測を行うことで吸収量をかなり増やすことが可能になるため、宇宙研大気球グループに検討してもらい、日出前に放球して下部成層圏に到達する頃に日出を迎えるオペレーションに変更することとした。なお、これに伴ってオゾンはこれまでと同じ 300 nm では吸収量の高度変化が出にくくなるが、スペクトルは 280 - 500 nm を連続的に観測するためより長い波長のオゾン吸収を解析に用いることで高度分布の導出が可能である。

また、もう一つの問題として、気球上昇中の外気温の変動に伴って分光器の温度が 20°C 近くも変化してしまい、それによって波長シフトが起きてしまうことがあった。そこで温度を安定化させるために分光器を保冷剤で挟み込むこととした。通常は温度安定化といえばヒータと温度コントローラで行うことが多いが、保冷剤の融点付近を利用すると 0.1°C 以内程度のきわめて安定した温度を長時間維持することができる。そこで融点が 5°C の保冷剤を用意し、10°C 弱で放球時して上空の観測時に融点付近となるように調整することにした。

これらの改良を施した観測機を用いて、2016 年 9 月 5 日に観測を行った。日出の約 1 時間前に放球し、高度 15km 付近で日出、その後 80 分ほどで高度 45km 付近まで上昇し、その間太陽光スペクトルの取得に成功した。また、分光器温度も 15km 付近で 4.6°C、その後は 3.5°C 程度まで徐々に下がるといった温度変化に納めることができ、ほぼ波長シフトは無視できる程度に安定化することができた。講演ではオゾンおよび NO<sub>2</sub> の初期解析結果について報告する。