

スペクトル取得型光学オゾンゾンデおよび ECC オゾンゾンデを用いた 成層圏オゾン・重力波観測

村田 功¹、佐藤 薫²、富川 喜弘³、岡野 章一⁴

¹東北大学大学院環境科学研究科、²東京大学大学院理学系研究科、

³国立極地研究所、⁴東北大学大学院理学研究科

1. はじめに

東北大学では、上部成層圏のオゾンを経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におけるオゾン高度分布観測を1994年から2007年まで14年連続して8月下旬～9月上旬の期間に行ってきた[1, 2, 4]。また、2010年には大樹町で9月に観測を行っている。この装置は上部成層圏オゾンを経直接観測できる数少ない観測器であり、またオゾンや気温・風速の高度分布にみられる波状構造をもちいて大気重力波のパラメータも導出可能なように、2002年には観測器を改良しGPSを搭載し、ECCオゾンゾンデとの同時観測を始めた[5]。2004年からは超薄型気球を用いて高度 50km 前後までの観測を行っている。2010年には、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たが、放球直前に機器トラブルが発生し、この装置による観測はまだ行えていない。

2. 観測装置

光学オゾンゾンデは、オゾンハートレー帯吸収によって太陽光の 300 nm 付近の紫外線の強度が高度に対して変化することを利用してオゾン濃度の鉛直分布を得る[3]。ECCオゾンゾンデのように外気を取り込む必要がないため、大気の薄くなる30 km以上での観測精度がよいことが特徴である。受光面にはテフロン製の拡散板を用いており、これにより太陽追尾をしなくても光を観測器内部に取り込むことができる。従来の装置では内部に取り込まれた光を石英製のビームスプリッターによって分け、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、観測器の揺れによる入射光量の変化を補正していたが、新しく開発したスペクトル取得型では小型分光器を用いて約200-700 nmの範囲を2400チャンネルに分けて測定する。これによりオゾン以外に二酸化窒素やOClO, BrOなどの吸収帯のスペクトルも取得できる。また、風速を求めるためにGPSを搭載し緯度、経度、高度データを取得している。モーター駆動部などの可動部分がないため、扱いが簡単でトラブルが少ないことも特徴である。スペクトル取得型光学オゾンゾンデのサイズは320 x 170 x 250mmで、重量は2.5kgである。

ECCオゾンゾンデはVaisala社製のもので、外気をポンプで取り入れオゾンを経ヨウ化カリウム溶液と反応させ、流れる電流値を測定する。30 km以下での観測精度が非常によいことが特徴である。信号は400MHz帯の電波で送信し専用受信機で受信する。重量は約0.9kgである。

3. 観測器のトラブルとその後の状況

2010年5月の放球直前にスペクトル取得型オゾンゾンデに発生したトラブルは、CPUのデータ書き出し命令が止まり、不定期に復活するというものであった。それ以前の試験では一度も起きなかったトラブルだが、この日は4回ほどストップした。しかし、その後の長期RUNによるテストや、宇宙研や大樹実験場での電波の送受信を含めたテストで

も一度も止まらず、現象は再現していない。そのため、昨年度中に同型の予備機をもう一台製作し、トラブルが発生したらいつでも交換可能な状況にして観測を行うこととした。なお、新しく製作した観測器も納入後長期RUNを何度も行っているが、一度も止まっていない。

4. 観測時の太陽天頂角

図1に三陸で2007年に観測したオゾン高度分布と大樹で2010年に観測したオゾン高度分布を示す。光学オゾンゾンデの主な観測範囲である30km以上ではどちらもほぼ同程度のオゾン量を示しているが、25km以下では明らかに2010年の観測値の方が低い値を示している。これは2010年の観測では放球から高度30km程度までの太陽天頂角が大きく、十分な光量が確保できなかったためである。図2にそれぞれの観測時の太陽天頂角と観測した紫外線強度と可視光強度の比(UV/V)を示す。2007年の観測では放球時の太陽天頂角が70°程度であるのに対し、2010年では70°を切るのは20kmを超えてからである。UV/Vも20km以下では0.01未満で2007年と比べても半分程度であり、光量が小さいことが分かる。

以上をふまえて図3に示す大樹町で観測の行われる5月と9月の太陽天頂角の時間変化を見てみると、観測の行える6-8時前後では5月の方が7°ほど小さい太陽天頂角となることが分かり、午前6時過ぎには70°を切ることから、5時台に放球となる大樹では5月に観測を行えば光量不足になることはないと考えられる。

Sanriku & Taiki Observed Ozone Profiles

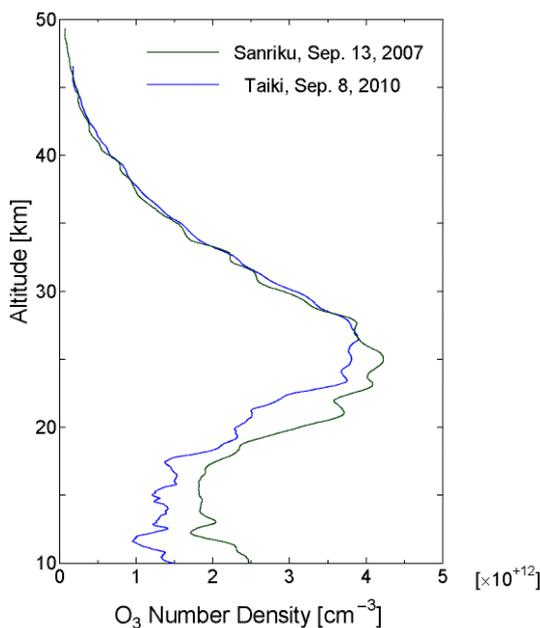


図1. 三陸と大樹の観測結果の比較

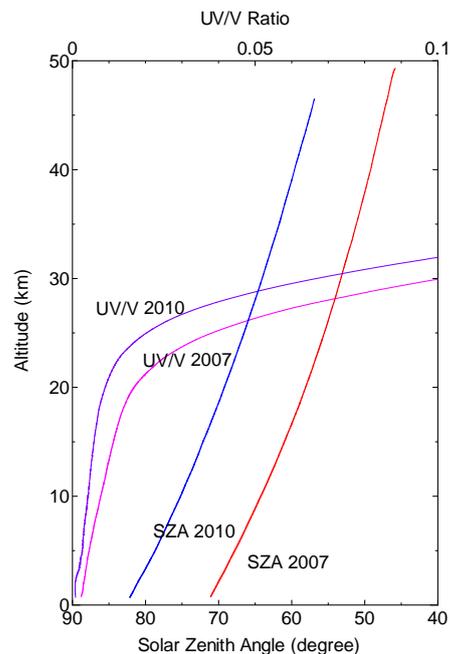


図2. 観測時の太陽天頂角とUV/V強度比

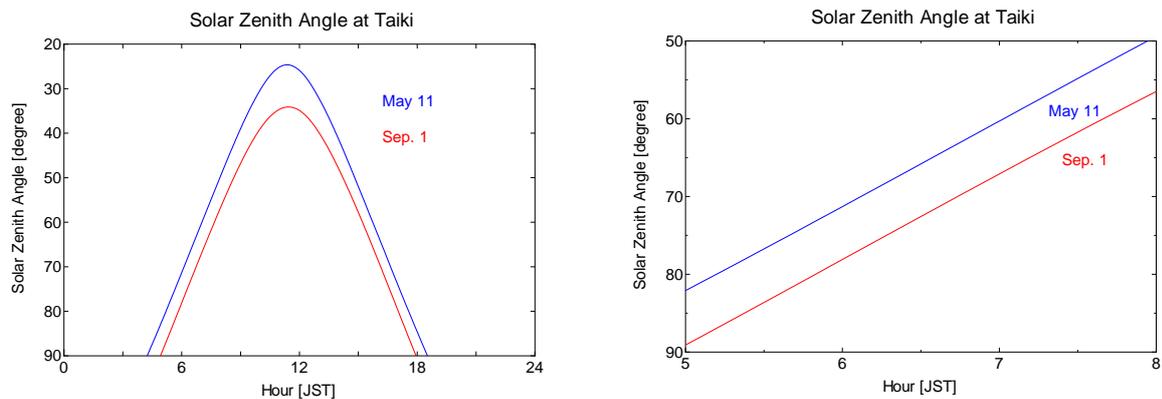


図3. 5月と9月の太陽天頂角比較（右は観測時間帯の拡大図）

参考文献

- [1] 岡林昌宏、田口真、岡野章一、福西浩、高高度気球搭載光学センサーによる成層圏オゾンの観測、*宇宙科学研究所報告特集*、**第32号**、105-111、1995.
- [2] 岡林昌宏、村田功、福西浩、高高度気球搭載光学オゾンゾンデを用いた成層圏オゾン高度分布の観測、*宇宙科学研究所報告特集*、**第40号**、45-54、2000.
- [3] Okano, S., M. Okabayashi, and H. Gernandt, Observations of ozone profiles in the upper stratosphere using a UV sensor on board a light-weight high-altitude balloon, *Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **51**, 225-231, 1996.
- [4] Murata, I., K. Sato, S. Okano, and Y. Tomikawa, Measurements of stratospheric ozone with a balloon-borne optical ozone sensor, *International Journal of Remote Sensing*, **30**, 3961-3966, 2009.
- [5] 村田功、佐藤薫、山上隆正、岡野章一、富川喜弘、GPS搭載型光学オゾンゾンデの開発、*宇宙航空研究開発機構研究開発報告*、**JAXA-RR-08-001**、57-62、2009.