

## 1-2 2016年の南極オゾンホール

### 衛星による観測

衛星観測データの日別値から求めた2016年の南極オゾンホール（巻末「用語解説」参照）の規模の推移を図1-3に示す。2016年の南極オゾンホールは8月上旬に観測され、その面積は8月中旬に急速に拡大した後、9月から10月中旬までは最近10年間と比較して概ね同程度かやや小さく推移した（図1-3(a)）。オゾンホール面積の最大値は9月28日に観測され、その規模は2,270万km<sup>2</sup>（南極大陸の約1.6倍）で、最近10年間（2006～2015年）の平均値と同程度の大きさであった（詳細は「2-2 南極オゾンホールの長期変化」を参照）。10月中旬以降、オゾンホール面積は急速に縮小し11月22日に消滅した。10月中旬以降の面積は、最近10年間と比較して小さく、消滅時期も半月程度早かった（図1-3(a)）。2016年のオゾンホールの消滅時期は、極渦が長期間安定し消滅時期がかなり遅かった2015年に比べて1か月程度早く、その要因として極渦の偏在化が考えられる（後述「2016年の南極オゾンホールに関連する下部成層圏の気象状況」及び気象庁（2016）参照）。

オゾン欠損量は、上述のオゾンホール面積とほぼ同様の推移となった（図1-3(b)）。最大欠損量は、オゾンホールの最大面積を記録した日とほぼ同じ9月29日に7,600万トン記録した。

最低オゾン全量は、最近10年間と比較すると10月までは短期間に急減した時期はあるものの概ね同程度で推移し、それ以降は概ね多く推移した（図1-3(c)）。2016年の最低値としては、オゾンホールの最大面積を記録した日よりも早い9月3日に局所的な領域で104 m atm-cmを観測した。

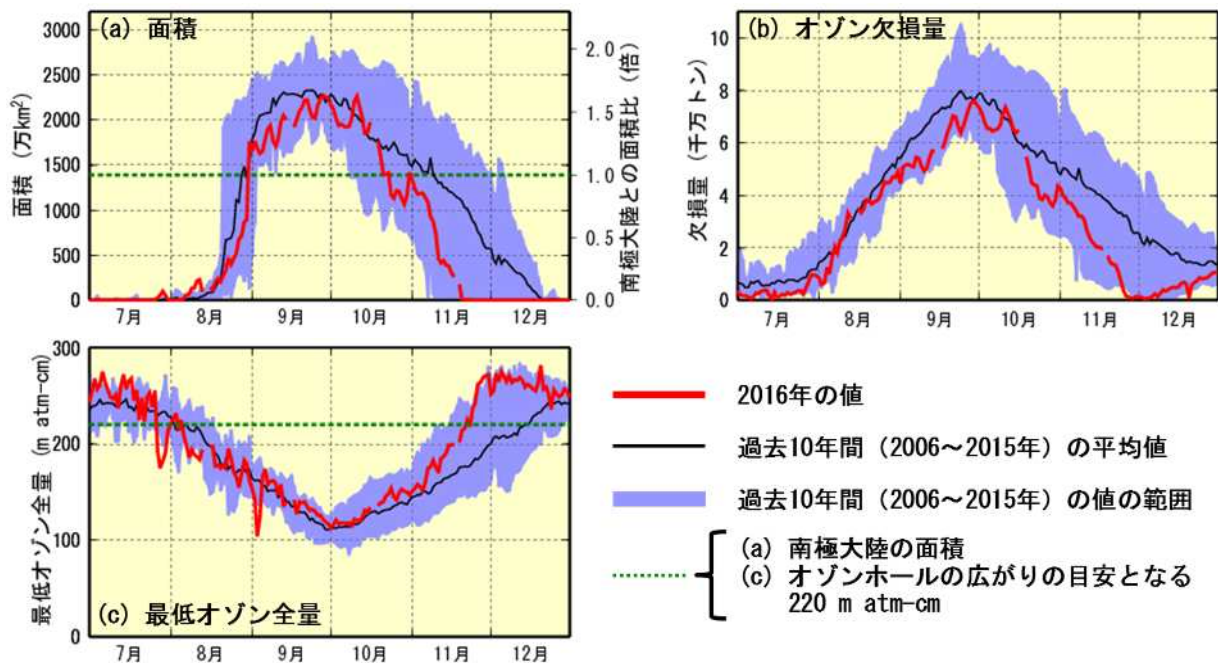


図1-3：2016年の南極オゾンホールの規模（(a)面積、(b)オゾン欠損量、(c)最低オゾン全量）  
NASA提供の衛星観測データの日別値をもとに気象庁で作成した。

### 南極昭和基地における地上観測

2016年の南極昭和基地で観測したオゾン全量（日代表値）の推移を図1-4に示す。南極昭和基地上空のオゾン全量は、8月中旬にオゾンホールが目安である220 m atm-cmを今期初めて下回ったが、8月下旬にかけては参照値期間に観測された最大値を超えるほど多い状態で推移した。その後は、8月の終わりから11月上旬まで、概ね220 m atm-cm以下のオゾン全量が少ない状態となったが、11月中旬以降はオゾン全量が大きく増加し、参照値期間の最大値程度で推移した。なお、南極昭和基地上空のオゾン全量が少ない状態が解消した時期（11月上旬）は、急速にオゾンホール面積が縮小を始めた時期（10月中旬）よりも半月程度遅い（図1-3(a)参照）。これは、10月中旬以降南極オゾンホールの中心が、南極昭和基地の近くに長く位置したためである。

2016年の南極昭和基地の月平均オゾン全量を図1-5に示す。ここでは、参照値（1994～2008年の月別累年平均値）との比較として、参照値からの差が標準偏差以内のときを「並」、それより大きいときを「多い」、それより小さいときを「少ない」としている。2016年の南極昭和基地上空における月平均オゾン全量は、9～10月は並であったが、8月と11～12月は多かった。また、南極オゾンホール期間（8～12月）以外では並となった。

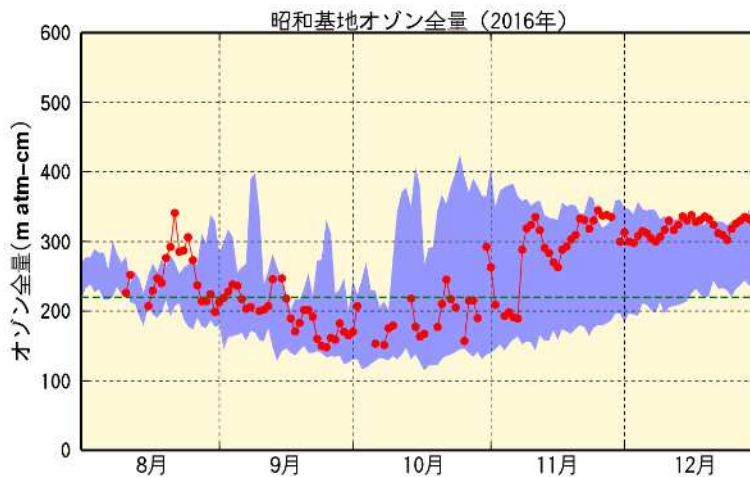


図1-4：南極昭和基地におけるオゾン全量日代表値（2016年8～12月）

は2016年のオゾン全量観測値（日代表値）。濃い青色の領域の上端と下端は参照値期間（1994～2008年）の最大及び最小値。緑色の破線はオゾンホールの目安である220 m atm-cmを示す。

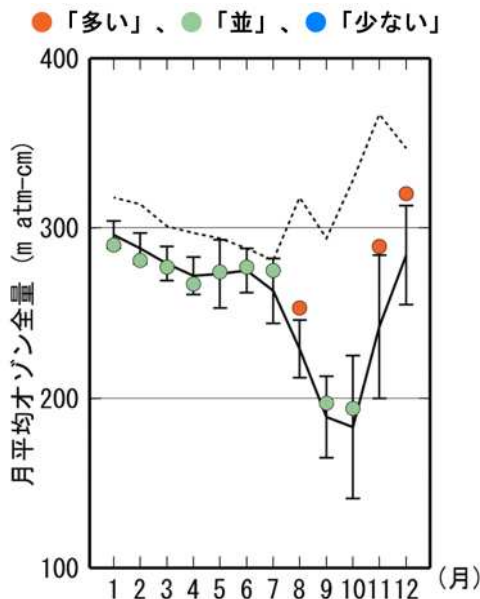


図1-5：2016年の南極昭和基地における月平均オゾン全量

印は2016年の月平均値。実線は1994～2008年の累年平均値、縦線はその標準偏差。点線は南極オゾンホールが出現する以前である1961～1980年の月別累年平均値。

### 南極昭和基地におけるオゾンゾンデ観測

南極昭和基地で観測したオゾン分圧（巻末「用語解説」参照）とその規格化偏差の高度分布の推移を図1-6に示す。南極オゾンホール鉛直構造の特徴は、通常はオゾンが多い高度14～22 km付近において、オゾンが大きく減少することである。2016年の南極昭和基地上空におけるオゾン分圧は、9月上旬に20～22km付近で顕著に低くなりはじめ、次第に低い高度へ広がり、9月下旬までに高度22km以下で5mPa以下となった（図1-6(a)）。この状態は概ね11月上旬まで続き、11月中旬以降は急激に高くなった。

オゾン分圧の月平均値による規格化偏差（図1-6(b)）をみると、オゾン分圧が5mPa以下となった9月の20～22km付近は、-1以下のやや大きな負偏差がみられるが、10月の14～22km付近では±1の範囲にあり、参照期間（1994～2008年）と同程度であった（図1-6(b)）。

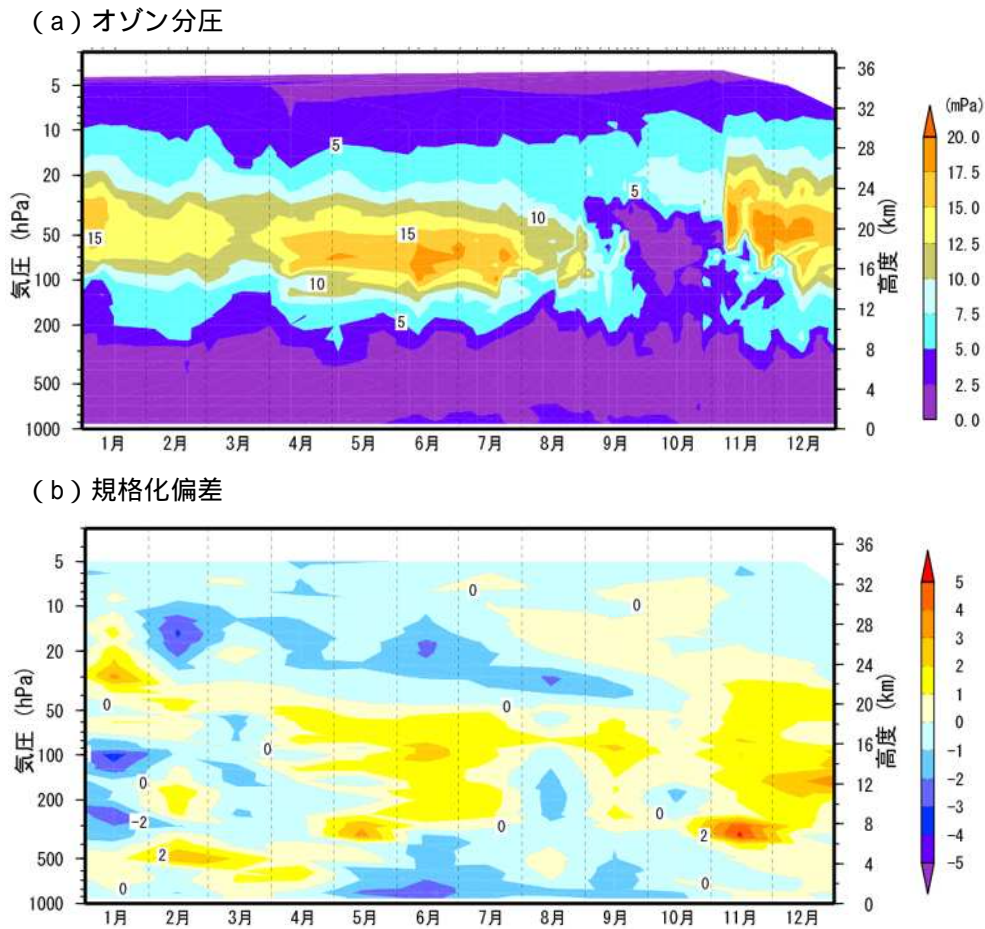


図1-6：南極昭和基地の (a) オゾン分圧と (b) その規格化偏差の高度分布（2016年1～12月）

オゾン分圧図 (a) は個々の観測値を、規格化偏差図 (b) は月平均値を用いて作成。規格化偏差は1994～2008年における月平均値の累年平均値からの偏差を標準偏差で割った値。観測値のない高度については、前後の期間のオゾン分圧から内挿処理を行っている。なお、1994～2008年の累年平均値及び標準偏差の図は、気象庁ホームページ([http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/ozonehp/3-20ozone\\_avemap.html](http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/ozonehp/3-20ozone_avemap.html))に掲載している。



## 2016年の南極オゾンホールに関連する下部成層圏の気象状況

南半球の冬季（5月頃）から春季（10月頃）に発生する極域成層圏雲（巻末「用語解説」参照）は、オゾン破壊物質の生成を促進し、南極オゾンホールの形成に大きな影響を与える。極域成層圏雲は、冬季から春季の下部成層圏の気温が低温（ $-78$  以下が目安となっている）であるときに発生するため、南極域の下部成層圏が低温であるほど、またその低温領域が大きいほど南極オゾンホールの規模が大きくなる傾向がある。

2016年の南極域上空の下部成層圏（南緯60度以南の50hPa面）における最低気温（以下、領域最低気温という）と $-78$  以下の領域の面積を、それぞれ図1-7(a)、(b)に示す。2016年の領域最低気温（図1-7(a)）は、累年平均値（1979年～2015年の平均値）と概ね同程度で推移し、5月上旬から10月中旬にかけて $-78$  以下となった。

$-78$  以下の面積（図1-7(b)）は、8月下旬まで累年平均値と概ね同程度で推移したが、9月上旬以降は大きく増減しながら推移し、10月中旬にゼロとなった。9月上旬以降の大きな増減は、南極成層圏に形成される極渦（太陽光が射さない冬季に、極域上空の成層圏で極点を中心として発達する非常に気温の低い大気の渦）が偏在化したことが要因として挙げられる。なお、この極渦の偏在化は、南極オゾンホールが急速に縮小した要因ともなっている。

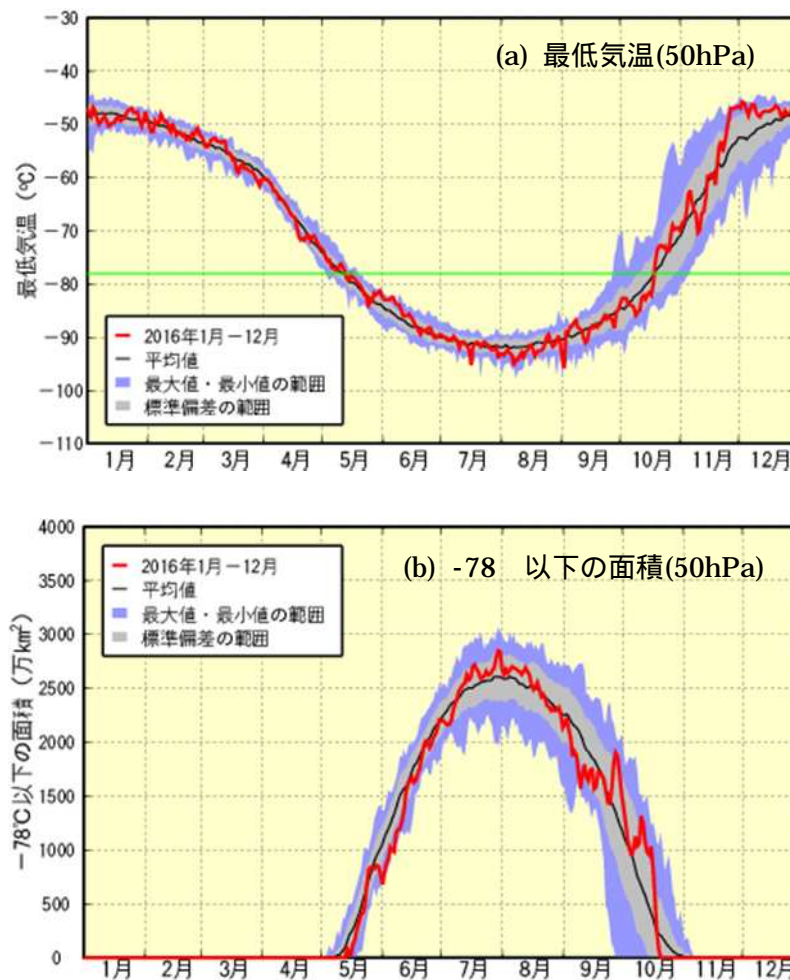


図1-7：南極域下部成層圏の (a)領域最低気温及び (b) 気温が $-78$  以下の領域の面積

赤線は、2016年の南緯60度以南の50hPa（高度約20km）面における (a) 日別の領域最低気温及び (b) 極域成層圏雲の出現する目安となる $-78$  以下の領域の面積を示す。黒線は、累年平均値（1979～2015年の平均値）、紫色の領域の上端と下端は、累年の最大値及び最小値、灰色の領域は、標準偏差の範囲をそれぞれ示す。また、(a)の緑線は極域成層圏雲出現の目安である $-78$  を示す。JRA 55（巻末「用語解説」を参照）の解析値（Kobayashi *et al.*, 2015）をもとに作成した。