

# 2020/2021 年冬季の成層圏突然昇温とその気候影響

山下陽介（国立環境研究所）

## 1. はじめに

北半球冬季の成層圏には極周辺の強い西風で特徴付けられる極渦という低気圧が存在している。平均的には、極渦は秋季から冬季にかけて強くなり、冬季から春季にかけて弱くなる時間変化をしている（図1の青線）。

陰影で示した年々変動の範囲は冬季に20~40 m/s程度で、特に真冬の1月頃に大きくなっており、年によって極渦強度が大きく異なることが分かる。例えば2019/2020年冬季には、平均よりも強い極渦が12月中旬から4月にかけて継続した。一方で、2008/2009年には1月中旬に、2018/2019年冬季には12月後半に急速に極渦強度が低下し、2009年1月24日と2019年1月2日にいずれも東風になっている（それぞれ、図1の黒線、橙線）。このように極渦強度が低下し、極域の昇温を伴う現象が成層圏突然昇温と呼ばれている。2009年や2019年のように、極渦が壊れて東風になるケースは大昇温と呼ばれ、2回の冬のうち1回くらい起こる。WMOの定義では、北緯60度の10 hPaの高度（30 km付近）で東風になる場合を大昇温としている。ひと冬に2回の大昇温が起こることもある（2009年には2月上旬頃に2回目の東風となったが、西風の期間が短く極渦の構造は壊れたままであったため、一連のイベントとして扱われることが多い）。なお北半球春季には、冬極の西風から夏極の東風に変わる最終昇温がほぼ毎年起こり、これら

は大昇温に含めないことが多い。

2020/2021年の冬季には1月5日に東風となり、大昇温が発生していた。本発表では、今年の突然昇温の概要とその気候への影響を述べる。

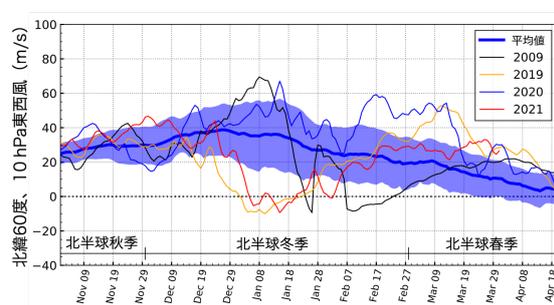


図1：北極渦強度に相当する北緯60度、10 hPaにおける帯状平均東西風の時間変化（単位はm/s）。青線は1979~2021年平均で、陰影は1σの年々変動の範囲を表す。黒線は2008/2009年、橙線は2018/2019年、青線は2019/2020年、赤線は2020/2021年の値を表す。JRA-55客観解析で作成

## 2. 2020/2021年の成層圏突然昇温

図1赤線で示した極渦強度を見ると、2020年12月下旬には極渦強度が低下し始めた。2021年1月5日には北緯60度10 hPaで東風となり、大昇温の基準を満たした。1月下旬には西風に戻ったが、極渦強度の低下は2月中旬まで継続した。なお2月2日には一時的に東風となり、機械的に判定すると2度目の大昇温の基準を満たす。極渦強度が徐々に戻っていく最中の出来事であり、一連の突然昇温イベントとして扱う方

が良いであろう。

大昇温となる直前には、北極 10 hPa の気温が12月30日の約 $-70^{\circ}\text{C}$ から1月4日の約 $-20^{\circ}\text{C}$ まで上昇していた(図2)。また1月26日から31日にかけて $20^{\circ}\text{C}$ 以上の昇温が見られた。大昇温に先行する12月24日頃から惑星波の活動が活発となっており、そのうち東西波数1は1月下旬まで継続して卓越し、大昇温直前の1月1日頃と1月下旬には東西波数2も活発となっていた。

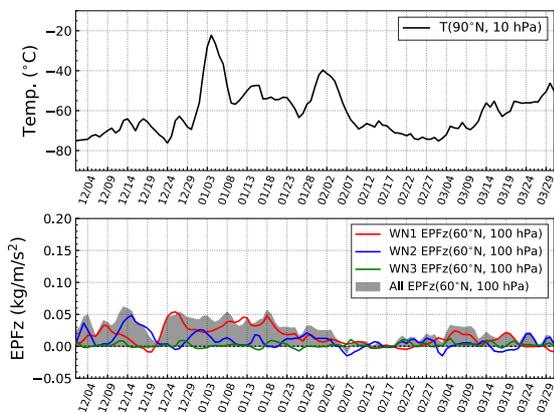


図2: JRA-55 で作成した2020年12月~2021年3月の(上)北極成層圏10 hPaの気温( $^{\circ}\text{C}$ )と(下)北緯60度100 hPaの惑星波活動(上向き EP flux,  $\text{kg}/\text{m}^2$ )

1月5日の大昇温に先行し、北極振動(AO)インデックスが負となっていた(図3)。大昇温の影響は徐々に下方に伝播し、1月を通してAO負であった。2月2日の昇温後には、明瞭な下方伝播が見られ、2月10日にはAOインデックスがマイナス $5\sigma$ を下回る大きな負の値に達した。2月後半以降はAOが正か中立で、成層圏の極渦の回復に伴う

下方伝播の影響を受けた時期に、大きなAO正が形成されていた。また一連の突然昇温の影響を受け、12月上旬を除けば極成層圏雲(PSC)が形成される気温に達しておらず、突然昇温により極渦内外の輸送も促進されたため、1月から2月前半の北極オゾンが平年よりも多かった。

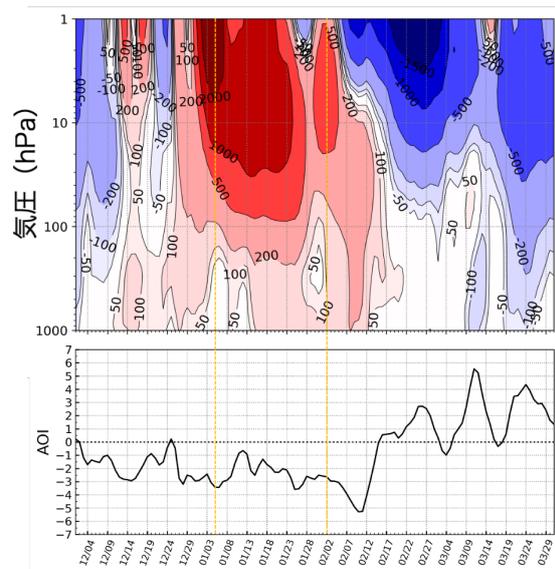


図3: (上) JRA-55 で作成した $70\sim 90^{\circ}\text{N}$ 平均ジオポテンシャル高度偏差(m)と(下)NOAA/CPCのAO index。偏差は1991~2020年の平年値に対するもの。1/5と2/2に縦線を入れた

### 3. まとめ

1月初めに発生した成層圏突然昇温の概要と気候影響を述べた。1月5日には大昇温の基準に達し、対流圏のAO負を伴っていた。また2月初めの昇温後には、成層圏からの下方伝播により大きなAO負が形成された可能性がある。

著者連絡先: 山下陽介, 〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2.

Tel: 029-850-2314; E-mail: yamashita.yosuke@nies.go.jp