

## 成層圏周極渦変動とその予測可能性に関する数値実験 Numerical experiments on the variations of stratospheric polar vortex and their predictability

仲本 康浩・伊藤 耕介・○余田 成男  
Yasuhiro Nakamoto, Kosuke Ito, ○ Shigeo Yoden

We examine how the variations of stratospheric polar vortex affect their predictability by using an idealized dynamical model; two-dimensional potential vorticity equation model with mean zonal flow forcing and wavenumber-one topography. Parameter sweep experiments are done to find the parameter range where the polar vortex repeatedly breaks and recovers. For such irregular solutions, linear phase of perturbation growth is examined by a singular value analysis, while its nonlinear phase is studied by ensemble time-integrations to show the relationship between the variations of polar vortex and the effect to predictability variations.

### 1. はじめに

成層圏突然昇温現象 (SSW) とは、冬季極域成層圏の気温が数日のうちに何十度も上昇する現象で、周極渦の崩壊に伴う半球規模の力学的現象である。本研究では、SSW 発生期の予測可能性が周極渦の変化とともにどのように変動するのか、そしてそれが流れ場の何処に敏感に影響を受けているのか、についての力学的知見を得ることを目的として、理想化簡略化した大気モデルを用いて系統的な数値実験を行った。

### 2. 周極渦の崩壊・再生サイクル

周極渦の崩壊・再生現象の発生に本質的でない物理過程を可能な限り省略するために、2次元非発散流ポテンシャル渦度方程式のスペクトルモデルを採用し、その基本的な力学過程のみに注目した。帯状一様なジェット型の帯状流を強制し、中緯度帯に東西波数1の地形を加え、帯状流強制の大きさと地形の振幅とを様々に変化させて、時間発展実験を行い、周極渦の崩壊・再生現象が起こりうるかを調べた。その結果、地形振幅と帯状流強制の大きさがある範囲内にあるときは、周極渦が約1ヶ月の時間スケールで崩壊・再生を繰り返すことがわかった。

### 3. 摂動の線形時間発展段階の予測可能性

周極渦が崩壊・再生を繰り返す状況下における予測可能性の時間変動を知るために特異値解析を行い、微小摂動の線形的な時間発展について調べ

た。摂動の発達率を5日間で評価すると、周極渦の崩壊期及び再生期に加えた摂動は、他の時期に加えた摂動より発達しやすい、すなわち予測可能性が低くなる傾向があることがわかった。また、摂動の空間分布に着目すると、摂動は時間とともに周極渦辺縁部のジェット流に沿って流されていくこと、および、このジェット流に沿った移流によって5日後に周極渦内部まで到達する場所に加えた摂動が最も発達することがわかった。

### 4. 摂動の非線形時間発展段階の予測可能性

摂動が有限振幅となり非線形的にふるまう段階での予測可能性について考えるため、初期時刻を変えながらアンサンブル時間積分実験を行った。このアンサンブル実験では評価期間5日の前方特異ベクトルを初期摂動とした。またその摂動の大きさは、初期5日では線形的に増幅し、その後は非線形的に発展するような値に固定した。各アンサンブルメンバーが持つエネルギーの標準偏差を予測可能性の指標として用い、予測可能性の初期時刻依存性について調べると、アンサンブルの積分期間5日では周期10日程度、15日前後では周期20日、30日前後では周期40日程度の変動が見られた。また、評価期間5日の特異値の初期時刻依存性には周期10日、ポテンシャル渦度の等価緯度には周期20日程度の変動が見られることを考えると、この結果からこれら三者の変動には力学的な関連があり、この系の予測可能性は周極渦の崩壊・再生サイクルの影響を受けて変動しているといえる。