

成層圏における惑星規模波反射現象の予測可能性：  
2014年2月の事例のアンサンブル再予報実験

Predictability of the Reflection of Planetary Waves in the Stratosphere:  
An Ensemble Reforecast Experiment for the Event in February 2014

○野口峻佑・向川均・黒田友二・水田亮

○Shunsuke NOGUCHI, Hitoshi MUKOUGAWA, Yuhji KURODA, Ryo MIZUTA,

A series of reforecast experiments using the ensemble prediction system of the Meteorological Research Institute is conducted to reveal the predictability and downward influence of a reflection event of stratospheric planetary waves in February 2014, which recorded the highest level of the downward propagation of the wave activity. The reflection is predictable from at least 7 days in advance. It is found that the skill of forecasts with a prediction period around the predictability limit crucially depends on whether planetary waves are reflected or absorbed in the stratosphere. Composite analyses also reveal that the persistence of the tropospheric wave source in the eastern hemisphere is a key in determining the propagating property of stratospheric planetary waves. When the reflection occurs in association with a weak persistence of the wave source, the subsequent downward propagating wave from the stratosphere enforces anomalous tropospheric circulation in the western hemisphere.

### 1. はじめに

2014年2月上旬に、惑星規模波の顕著な反射現象が発生した。この事例における高緯度での波活動度の下向き伝播量は過去最大級であった。実際、Fig. 1に色つき陰影で示した波活動度フラックスの鉛直成分の時間変動においても、2月8日付近で、成層圏における伝播方向が上向きから下向きへと転じている様子が見取れる。

本研究では、この事例に対して、気象研究所アンサンブル予報システム(MRI-EPS)を用いて、予報間隔が1日毎のアンサンブル再予報実験を実施し、惑星規模波反射現象の予測可能性、およびその後の対流圏循環への影響の詳細について解析を行う。

### 2. 実験設定

MRI-EPSで用いる大気大循環モデルの仕様は、気象庁現業1ヶ月予報モデルとほぼ同等である。また、再予報実験でのアンサンブルメンバー数は25で、摂動は成長モード育成法で生成された。

### 3. 結果

Fig. 2に、成層圏での反射の有無と密接に関係する、上部成層圏における帯状風の予測結果の概観図を示す。これより、この反射現象は、その少なくとも7日前から開始した予報のアンサンブル

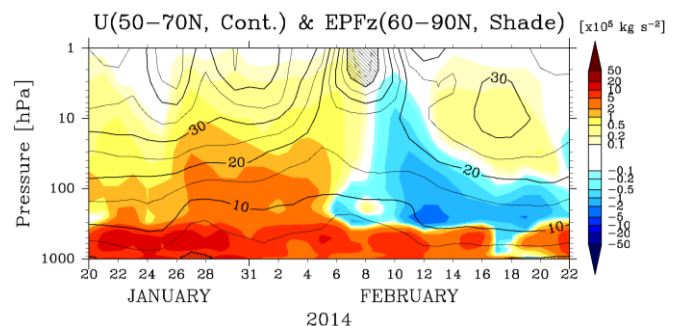


Fig. 1 Time-height cross section of zonal-mean zonal wind averaged over latitudes from 50°N to 70°N (contour interval is 5 m s<sup>-1</sup>) and the vertical component of Eliassen-Palm flux averaged northward of 60°N (color, unit: 10<sup>5</sup> kg s<sup>-2</sup>). The shading shows the region of easterly winds.

平均予測値によって、良く再現されていたことがわかる (Fig. 2a)。また、12日前から10日前に開始した予報のメンバー間の予測スプレッドは、帯状風の減速ピーク(2月8日)直後に極大を示すが、それ以降を初期日とする予報では、その値は格段に小さくなる (Fig. 2b)。しかも、このスプレッドの極大は、成層圏での惑星規模波の反射をうまく予測できたか否かという、メンバー間での予測の違いと対応していた。

そこで、大きなスプレッドを示したアンサンブル予報について、成層圏で惑星規模波が反射され

たメンバー (REF 集団) と、吸収されたメンバー (ABS 集団) とに分けた合成解析を行い、その差を吟味することで、反射の前駆現象の特定を試みた。

Fig. 3 に、各集団で平均した、波に伴う高度場偏差の経度-高度分布と、その伝播の様子を示す。これより、REF 集団では、ABS 集団に比べて、予報初期に、ヨーロッパ域およびユーラシア域において、成層圏へと上方伝播する惑星規模波の波活動度が、有意に小さいことが明らかになった (Fig. 3g, h)。なお、この惑星規模波の上方伝播は、ヨ

ーロッパ域に存在するブロッキングに伴う高気圧性偏差と、その下流のユーラシア域に存在する低気圧性偏差の持続性が強いときに、明瞭となる。

さらに、REF 集団では、成層圏で惑星規模波の反射が生じた時期に、対流圏の北米域で気圧の谷が発達し、東太平洋-アラスカ域のブロッキングが西進していた (Fig. 3f)。これらの特徴は、ABS 集団では見出せない (Fig. 3c)。従って、惑星規模波が成層圏で反射し、下方伝播する際には、北太平洋・北米域において特徴的な対流圏循環偏差の形成が促進されることが示唆される。

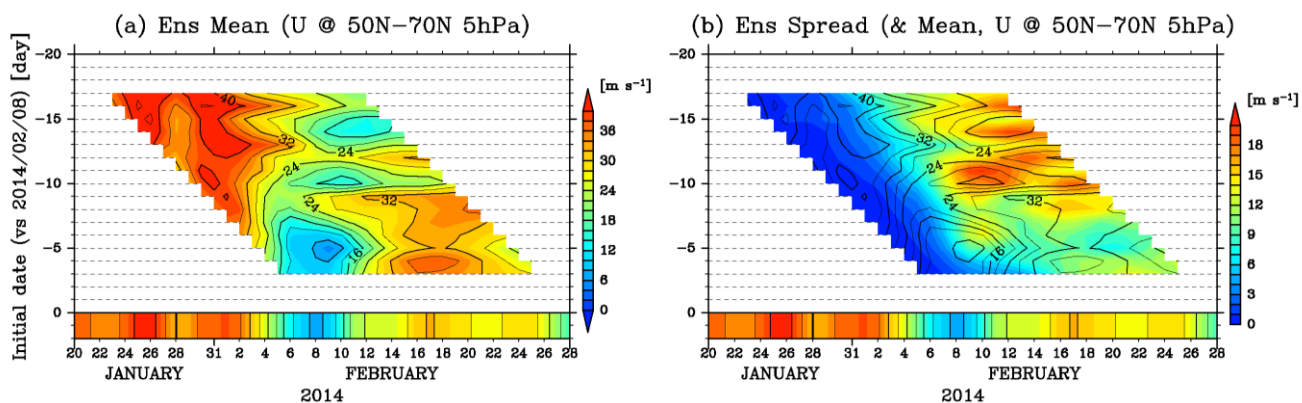


Fig. 2 Predicted 5-hPa zonal-mean zonal wind averaged over latitudes from 50°N to 70°N. Forecasts are initialized every day from starting from 22 January to 5 February 2014. (a) Ensemble-mean value. Contour interval is 4 m s<sup>-1</sup>. (b) Ensemble mean (contour, same as in Fig. 3a) and spread (color). Colors in the lower part of panels indicate the observation. Predicted values for the lead time before 22 days are plotted.

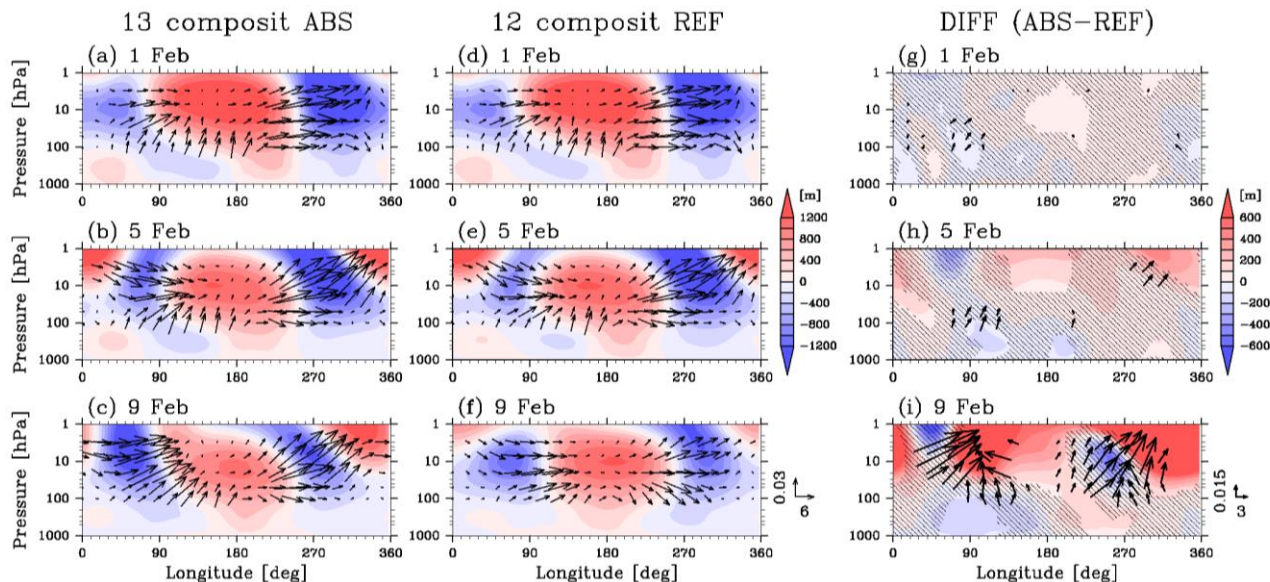


Fig. 3 (a-f) Longitude-height cross section of eddy geopotential height (color, unit: m) and vertical and zonal component of the 3-D Plumb flux (arrows, unit: Pa<sup>-0.5</sup> m s<sup>-2</sup>, scaled by the inverse of the square root of the pressure) averaged northward of 60°N for the composite mean of the ABS/REF group (left/center panels). (g-i) Same as in (a-f), except for the difference (ABS-REF) of geopotential height. The regions where the difference is insignificant at 99% confidence (estimated by Welch's *t*-test) are shaded. The difference of the Plumb flux is plotted when it's vertical component is significant at 95% confidence. Each panel shows daily-mean field on 1, 5, 9 February, from top to bottom.