

## 赤道成層圏を介した南北半球間結合

# 安井 良輔 [1]; 佐藤 薫 [1]; 三好 勉信 [2]  
[1] 東大・理; [2] 九大・理・地球惑星

## Interhemispheric coupling through the equatorial stratosphere

# Ryosuke Yasui[1]; Kaoru Sato[1]; Yasunobu Miyoshi[2]  
[1] Graduate School of Science, Univ. of Tokyo; [2] Dept. Earth & Planetary Sci, Kyushu Univ.

<http://www-aos.eps.s.u-tokyo.ac.jp/~yasui/>

Stratospheric Sudden Warmings (SSWs) often occur in the winter northern hemisphere (NH). This is accounted for breaking of the stationary Rossby waves in the stratosphere to form meridional circulation and the adiabatic heating in the polar region (Matsuno, 1970). On the other hand, it is shown that warming appears in the mesosphere and lower thermosphere (MLT) of the southern hemisphere (SH) after an Arctic SSW based on the model simulation (Karlsson et al., 2009). A scenario has been proposed to explain the interhemispheric coupling, by considering the modulation of the meridional circulation driven by gravity wave forcing in the MLT region (Koernich and Becker, 2010; KB10).

However, another scenario can be considered. While the warm anomaly is formed in the high latitudes of NH stratosphere, the cold anomaly is formed across the equator to the low latitude of the SH stratosphere (Semeniuk and Shephard, 2001). Quasi 2-day waves which probably give the second-largest wave forcing after gravity wave forcing (Sato et al., 2018) develop in such a situation during SSW (e.g., McCormack et al., 2009). The processes also result in warming in the SH upper mesosphere (France et al., 2018). This is a different interhemispheric coupling scenario from the KB10. In this study, we focus on events that arise cold anomaly in the equatorial stratosphere, reexamine the interhemispheric coupling from the viewpoint of wave forcing including both gravity waves and Rossby waves, and elucidate the warm anomaly formation in the SH MLT region.

We use the simulation data from a whole atmosphere model (i.e., Ground-to-topside model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy (GAIA)). The analyzed period is 19 seasons from December to March of 1996-2015. The cold anomaly events in the equatorial stratosphere are extracted, and the central day (Day = 0) is defined as the date when the temperature anomalies from climatology at (0N,4.5hPa) and (20S,4.5hPa) are coldest and lower than 2sigma. The results are shown by composite analysis for the anomaly from the climatology.

The large Rossby wave forcing in the NH stratosphere strengthens the meridional circulation and builds cold anomaly in the SH stratosphere extending to ~40S. On the other hand, the warming in the SH first appears in the lower thermosphere after the occurrence of the cold anomaly in the equatorial stratosphere. Second, the warming is observed in the upper mesosphere. These warm anomalies are formed by resolved gravity waves in the lower thermosphere, and by Rossby waves especially by quasi 2-day waves in the upper mesosphere, respectively. Furthermore, it is also shown that quasi 2-day waves and resolved gravity waves causing the warm anomalies in the MLT region are generated from mesospheric barotropic/baroclinic instability and shear instability. These instabilities are caused by primary gravity wave forcing in the SH mesosphere, and these changes of gravity wave forcing are responsible to the formation of the easterly wind anomaly associated with the cold anomaly in the equatorial stratosphere. This simulated interhemispheric coupling occurs due to a different mechanism from the KB10 scenario. Longitudinal structures of the interhemispheric coupling which have not examined by previous studies will be also shown.

北半球冬季成層圏では、成層圏突然昇温 (Stratospheric Sudden Warming; SSW) がしばしば発生する。これは、北半球成層圏において定在ロスビー波が砕波することで、子午面循環を形成し、その下降 (上昇) 流域で断熱圧縮 (膨張) に伴って北極 (赤道) 成層圏が昇温 (降温) する現象である (e.g., Matsuno, 1971)。一方、南半球中間圏及び下部熱圏 (MLT) では、北極 SSW 後に高温偏差が現れることが数値シミュレーションによって示され (Karlsson et al., 2009)、この結果に基づいて中間圏重力波強制による北半球成層圏から北半球中間圏、南半球中間圏を通した気候値からの気温偏差の南北半球間結合のシナリオが提唱された (Koernich and Becker, 2010; KB10)。

しかし、SSW に伴い赤道を越えて南半球低緯度成層圏まで低温偏差が形成されること (Semeniuk and Shepherd, 2001) や南半球中間圏で重力波強制に次いで大きい波強制を与える準 2 日波 (Sato et al., 2018) が、SSW 時に発達し (e.g., McCormack et al., 2009)、南半球上部中間圏で昇温をもたらすこと (France et al., 2018) から、KB10 シナリオとは異なる南北半球間結合が発生する可能性がある。したがって本研究では、赤道成層圏に大きな低温偏差をもたらすイベントに注目し、重力波およびロスビー波を両方含めた波強制の観点から南北半球間結合を見直し、南半球 MLT 領域の温度偏差形成の要因の解析を行なった。

本研究では、中性大気電離大気結合モデル Ground-to-topside model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy (GAIA) による現実大気再現実験データを用いた。解析期間は、1996 年 12 月から 2015 年 3 月までの 19 シーズンである。大きな赤道低温偏差イベントは、4.5 hPa における赤道および 20S の気候値からの気温偏差が 2sigma 以上低くなる期間のうち最も気温偏差の小さくなる日を中心日 (Day = 0) として抽出した。結果については、気候値からの偏差から 90 日の移動平均を取り除いたもの (以下、偏差と呼ぶ) についてコンポジット解析を行なった。

東西平均場では、北半球成層圏で大きな波強制によって、南半球成層圏では南緯 40 S 付近まで大きな低温偏差が現れ

ることがわかった。一方、南半球 MLT 領域の高温偏差は、赤道成層圏の低温偏差発生後、まず下部熱圏が昇温し、その後上部中間圏が昇温する様子が見られた。これらの高温偏差は、重力波およびロスビー波のそれぞれの波強制の偏差と比較すると、それぞれ下部熱圏は解像される重力波、上部中間圏はロスビー波、特に準 2 日波による波強制によって形成されることが分かった。したがって、この南北半球間結合は KB10 シナリオとは異なる要因で生じることがわかる。さらに、これらの上部中間圏および下部熱圏に高温偏差をもたらす準 2 日波および重力波とともに中間圏の順圧/傾圧不安定、シア不安定から発生することも明らかになった。これらの順圧/傾圧不安定やシア不安定は、南半球中間圏における重力波強制によって生じており、その重力波強制の変化は赤道成層圏の低温偏差に伴う東風強化によって形成される可能性がある。発表では、南北半球間結合の経度構造も併せて示す。