

AOI 方程式を用いた北極振動のクロススペクトル解析 Cross spectral analysis of the AO index using the AOI equation

田中 博^{1*}
TANAKA, Hiroshi^{1*}

¹ 筑波大学 C C S, ² 筑波大学生命環境

¹CCS, University of Tsukuba, ²Life and Environmental Science, University of Tsukuba

北極振動 (AO) の成因としては、地球大気の力学的な固有解であるとする説と、EOF 解析に伴う統計的な虚像であるとする説がある。Tanaka and Matsueda (2005, JMSJ) では、順圧大気における力学的な定在解 (振動数が 0) の中で、最も増幅率の大きい順圧不安定解として AO モードが得られており、地表摩擦と擾乱による正のフィードバックを考慮することで、その増幅率も 0 となることを示した。AO は固有値が 0 の力学的な固有解が任意の準定常外力に共鳴して増幅することで生じるという理論を特異固有解理論と呼んだ。一方、北太平洋と北大西洋の間で AO に伴う有意な相関が見られないという問題に関して、Suzuki and Tanaka (2007, JMSJ) では地上気圧ではなく大気の順圧高度場を解析することで北太平洋と北大西洋の間で AO に伴う有意な相関が見えてくることを示した。つまり、無相関問題は大気の傾圧成分の影響によるものである。以上のように北極振動のメカニズムは徐々に解明されつつあるが、10 年スケールの AO の変動が、外部強制によるものではなく、内部力学によって変動することを実際のデータから確認する必要がある。そこで本研究では、北極振動指数 (AO Index : AOI) の変動を力学的に表現した AOI 方程式を導出し、その要因を内部力学の線形項に依存する部分、非線形項 (非定常擾乱との相互作用) による部分、そして外部強制による部分に分離し、AO の変動の原因を解析した。解析の結果、10 年スケールの AOI は線形項と比例関係にあり、 $L \cdot x = a \cdot x$ の関係にあることが分かった。これは線形項の固有解の構造と整合的である。このことは、北半球の大気の 10 年スケールの変動は外部強制によるものではなく、地球大気の内部変動によってもたらされていることを意味する。このことから北半球の長周期変動の大部分が大気の力学的な内部変動 (線形項と非線形項) によって生じており、AO の長周期変動は線形項の共鳴によって特徴づけられることが明らかになった。今回得られた結果は Tanaka and Matsueda (2005) で示された特異固有解理論と整合的であり、AO が大気の固有解であることを示す結果となっている。

キーワード: 北極振動, 温暖化, 長周期変動, 特異固有解理論, ノーマルモード, 順圧不安定

Keywords: Arctic Oscillation, Global warming, Low-frequency variability, Singular eigenmode theory, Normal mode, Barotropic instability