

Interannual geocenter motion with relation to El Nino southern oscillation

#松尾功二¹, 大坪俊通², 宗包浩志¹, 日置幸介³

1: 国土地理院, 2: 一橋大学大学院社会学研究科, 3: 北海道大学

Koji Matsuo¹, Toshimichi Otsubo², Hiroshi Munekane¹, Kosuke Heki³

1: Geospatial Information Authority of Japan,

2: Graduate School of Social Sciences, Hitotsubashi University,

3: Graduate School of Sciences, Hokkaido University

はじめに

地球の重心は、固体地球、海洋、大気を含む全地球システムの質量の中心として定義される。地球では大規模な物質循環システムが形成され、常に質量の再分配が生じているため、地球重心の位置は時々刻々と変化している。現在これを最も高い精度で計測する測地技術は、Satellite Laser Ranging(SLR)である[Dong *et al.*, 1997]。SLR観測によると、重心移動としては季節的な変動が最も大きく約4mmの周期的な変動が見られる。これは主に、大気や陸水など地球物理流体の季節的な移動によって生じている。また、年間1mmの経年的な変動も見られており、これは主に後氷期回復によって生じている。これら以外にも、数年スケールの年々変動も見られるが、その原因については未だ十分には解明されていない[e.g. Cretaux *et al.*, 2002; Dong *et al.*, 2014]。地球の自転速度(length of day)の年々変動に関しては、主にエルニーニョ南方振動による海洋変動で説明可能であることが示されている[e.g. Chao *et al.*, 1989]。また、重力衛星GRACEにより、世界各地の重力の年々変動がエルニーニョ南方振動に伴う降雪量異常と相関を有することも明らかになっている[e.g. Morishita & Heki, 2007]。これらの事実から、地球の重心移動の年々変動に関しても、エルニーニョ南方振動との関連性が推測される。本研究では、地球物理流体モデルと宇宙測地データを活用し、地球重心の年々変動とエルニーニョ南方振動との関連性について調査した。

データの解析について

本研究では、様々な物理モデルと測地データを用いて、各々の質量再分配(大気・陸水・雪氷・海洋)がもたらす重心変動を数値シミュレーションし、SLRによる観測結果と照らし合わせつつ、エルニーニョ南方振動との関連性を議論する。SLRデータの解析には、一橋大学と情報通信研究機構が共同で開発した宇宙測地データ解析ソフトウェア“c5++”[Otsubo *et al.*, 1994]を用いた。LAGEOS-1, LAGEOS-2, AJISAI, STARLETTE, STELLAの5つのSLR衛星の追尾データを基に、地球の重心変動を導出した。なお、データ期間は、2003年1月から2014年12月までである。大気変動の導出には、気象庁が提供するJRA-55モデルに含まれる地表気圧データを使用し、陸水変動の導出には、NASAが提供する陸水モデルGLDASを使用した。雪氷変動は、重力衛星GRACEデータを用いて導出した。なお、ストークス係数の1次項は、海洋モデルから導出されたものを使用した [Swenson & Wahr, 2008]。海洋変動は、衛星アルティメトリによる海面高観測データを用いて導出した。なお、海洋変動のsteric成分は、Algoフロ

ートによる海水温データおよび塩分濃度データを基に補正を行った。以上のような質量再分配データからMunekane [2007]の方法に倣い、地球の重心移動を導出する。

結果・考察・結論

重心移動とエルニーニョ南方振動との関連性を評価するために、エルニーニョ南方振動指数 (ENSO Index) を用いた相関分析を行った。ここで用いたENSO Indexは、オーストラリア・ダーウィンとポリネシア・タヒチとの間の地表気圧の平均偏差から導かれたものである。解析の結果、海洋・陸水・大気によるY軸方向(経度90度・270度方向)の重心移動と、ENSO indexとの間に高い相関が見られた。海洋によるY-重心移動は負の相関(-0.63)を、陸水は負の相関(-0.44)を、大気は正の相関(+0.64)を示した。なお、有意水準1%のt検定より、相関値0.31以上で有意性が認められる。Y軸方向にはエルニーニョ南方振動の発生源であるペルー沖が位置するため、定性的には尤もらしい結果であると言える。SLR観測によるY-重心移動とENSO Indexとの相関は-0.47であり、やはり有意な相関が確認された。ただし、海洋・陸水変動はENSOと負の相関として作用し、大気変動は正の相関として作用するため、両者の相殺効果によりSLR観測値との直接的な相関は若干弱まるようだ。なお、X-重心移動とZ-重心移動とENSO indexの間には、有意な相関は見られなかった。以上の結果により、Y-重心移動の年々変動に関しては、エルニーニョ南方振動と関連性が確認された。

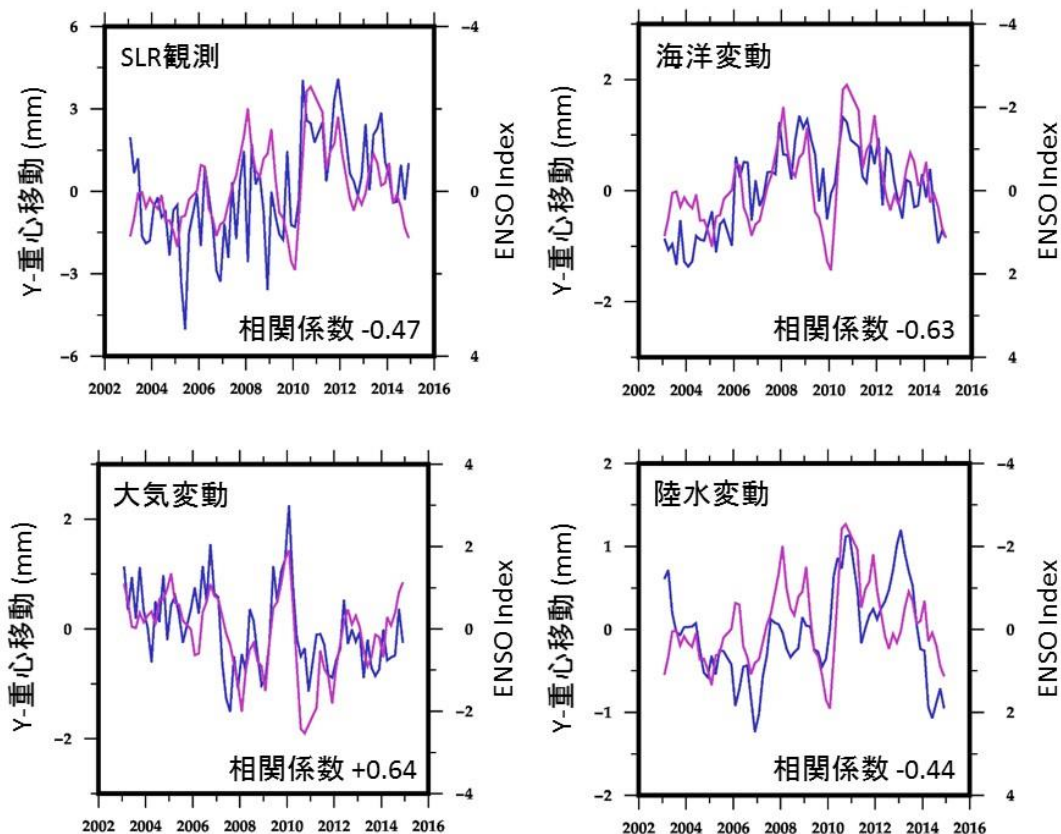


図 1: SLR 観測・海面高度計・大気モデル・陸水モデルから導出した Y 軸方向の非季節的な重心変動と ENSO Index との比較。それぞれの相関係数を、グラフの下部に示す。