

M53a 大規模数値計算による太陽表面角速度勾配層の実現

堀田英之, 横山央明 (東京大学), Matthias Rempel (High Altitude Observatory)

太陽の対流層での大規模流体数値計算を用いて、太陽に存在する表面勾配層を世界で初めて実現し、その生成・維持機構を明らかにした。

太陽表面には、表面勾配層と呼ばれる角速度の勾配層があることが日震学の成果により知られている。表面勾配層付近では、熱対流の時間スケールが急激に変わり、対流層内部の回転が効果的なレジームから太陽表面の回転が効果的でないレジームに変化する場所である。このことが、表面勾配層の維持機構に関連している事は長い間議論されて来た。この維持機構理解のためには、乱流の性格を正確に理解する必要があり、数値計算に頼らざるを得ないが、この勾配層の実現は極めて困難である。なぜならば、時間スケールの短く、空間スケールの小さい表面付近の対流と、時間スケールが長く、空間スケールの大きい対流層内部の対流を同時に実現しなければならず、多量の時間積分、空間グリッドが必要になるのである。そのような事情により、これまで表面勾配層を実現できた数値計算は存在せず、「回転の影響の大きく変わる層」という以上の理解は難しかった。

本研究では音速抑制法を用いた効率のよい数値計算コードとスーパーコンピューター「京」によって、この困難な目標を達成し、世界で初めて表面勾配層を達成した。計算について、詳しい解析をおこなったところ、子午面上の力のバランスの観点からは、極向きで、動径方向に速度を増す子午面還流により作られた動径速度と緯度方向速度の正の相関と、対流層内部でコリオリ力により作られた負の相関により、運動量が表面勾配層を維持するように運ばれるということがわかった。