

M36a 原始太陽系円盤からの降着と乱流混合を考慮した太陽モデルの構築

國友 正信 (久留米大学), Gaël Buldgen (リエージュ大学), Tristan Guillot (コート・ダジュール天文台)

太陽内部構造は、恒星進化計算を用いた理論モデルと、表面金属量・音速分布・ニュートリノ流束の3つの観測量との比較から検証されてきた。2000年代の表面金属量の改訂から、標準太陽モデルが3つを同時に再現できず、「太陽組成問題」、「太陽モデリング問題」と呼ばれ盛んに議論されてきた。我々は、太陽内部のオパシティの増大が音速分布を、原始太陽系円盤からの降着が太陽中心部の熱構造およびニュートリノ流束を改善することを発見し、3つの観測を全て同時に再現する太陽モデルを構築した (Kunitomo et al. 2022)。さらに近年、軽元素組成に注目が集まっている。比較的低温で燃える Li (250 万度, $\sim 0.65 R_{\odot}$) は隕石から得られる原始太陽系組成から 2.31 dex 枯渇しているが、高温で燃える Be (350 万度, $\sim 0.55 R_{\odot}$) は 0.10 dex しか枯渇していない。これは対流層下端からある程度の深さ ($\sim 0.6 R_{\odot}$) まで到達する混合過程の存在を示唆する。

本研究では、過去の円盤降着とオパシティの増大を考慮した太陽モデルを発展させ、乱流混合 (Proffitt & Michaud 1991) を考慮した太陽モデルを構築し、前述3つの観測に加え、Li, Be 組成を再現できるか検討した。MESA コードを使用した恒星進化計算を多数行い、観測を再現するインプットパラメータを探索した (Kunitomo & Guillot 2021)。その結果、乱流混合は、重力沈降の抑制および核燃焼の促進から表面 He, Li, Be 組成を再現することに有利である一方、重元素の重力沈降を抑制しニュートリノ流束の再現には不利にはたらくことがわかった。今回は5つ全ての観測を再現する太陽モデルは構築できず、考慮している物理過程の修正や、新たな物理過程を考慮する必要性を示唆する可能性がある (Kunitomo, Buldgen & Guillot, submitted)。