

## U04a 宇宙定数問題は人間原理で説明できるか？銀河形成モデルによる検証

須藤 貴弘, 戸谷 友則 (東京大学), 真喜屋 龍 (Kavli IPMU, MPA), 長島 雅裕 (文教大学)

$\Lambda$ CDM モデルは宇宙を良く記述できるが、宇宙定数の観測値  $\Lambda_{\text{obs}}$  を説明できていない。特に真空のエネルギーを宇宙定数と解釈すると、予想される値  $\Lambda_{\text{vac}}$  は  $\Lambda_{\text{obs}}$  より 55 桁程度大きいとされる。一方  $\Lambda_{\text{obs}}$  は 0 ではなく、ちょうど今、物質と同程度のエネルギー密度を持つ。こうした問題へのアプローチの一つに人間原理の適用がある。 $\Lambda$  があまりに大きいと、加速膨張により物質の重力収縮が妨げられ、銀河が形成できず、人間のような生命体(観測者)も誕生しない。観測者が生まれるという条件から宇宙定数の値を制限するのが(弱い)人間原理である。

先行研究 (e.g. Efstathiou 1995; Martel 1998; Peacock 2007) では様々な値の  $\Lambda$  を持つ宇宙で、ダークマターの重力収縮を計算し、宇宙定数が  $\Lambda_{\text{obs}}$  より小さく観測される確率  $P(<\Lambda_{\text{obs}})$  が 1-10% と著しく低くはないことを示している。しかし、これらの研究では生命の誕生を考えるのに重要な、ガス冷却や星形成といったバリオン物理は取り入れられていない。更に先行研究では生命が生まれうる銀河のダークハロー質量は銀河系のそれと同等である、といった条件(閾値)を設定しているが、銀河系よりずっと小さな銀河にも生命が誕生する可能性はある。

本研究では、銀河形成の準解析的モデルを用いて人間原理により宇宙定数の観測値を自然に説明することは可能であるか検証した。準解析的モデルでは観測量と合致するようバリオン物理が取り入れられており、 $\Lambda$  の観測者数への影響をより現実的な状況で計算できる。 $\Lambda$  は平坦な確率分布に従い、観測者の数が宇宙に存在する星質量密度に比例すると仮定すると、生命誕生の閾値などを入れることなく、 $P(<\Lambda_{\text{obs}}) = 6.7\%$  という小さくない値が得られた。宇宙が誕生する際に  $\Lambda$  が様々な値を取り得るならば、人間原理から宇宙定数の観測値を説明することは可能であると言える。また、生命の存在確率が金属量に依存する場合についても、本研究で初めて調べた。