

T06a X線観測による銀河団におけるダークマターの「温度」の測定

池辺靖、Hans Böhringer (マックスプランク宇宙空間物理学研究所)

銀河団中心付近では X 線による放射冷却により冷えた銀河間ガスが存在しているはずである (クーリングフロア仮説) と、広く信じられてきたが、最近の XMM-Newton によって得られた X 線スペクトルからは、そのような低温のガスの存在をみつけることは出来なかった。もし冷えたガスが大量にしかも巧妙に隠されているのでなければ、放射による冷却を補う加熱が働いていると考えるのが自然である。我々はその加熱源を探るため、XMM-Newton のデータを用いて、Abell 1795 のダークマターの「温度」($T_{\text{DM}} \equiv \mu m_{\text{p}} \sigma_{\text{DM}}^2$ 、 σ_{DM} はダークマターの速度分散) を測定し、銀河間ガスの温度と比較した。測定方法は以下の通りである。X 線による銀河間ガスの観測によって全質量分布を静水圧平衡の式、 $\frac{GM(R)}{R} = -\frac{k_{\text{B}}T}{\mu m_{\text{p}}} \left(\frac{d \ln n}{d \ln R} + \frac{d \ln T}{d \ln R} \right)$ から得ることができるが、おなじ重力場のもとで無衝突粒子 (ダークマター) は次の Jeans 方程式に従っている、 $\frac{GM(R)}{R} = -\sigma_{\text{DM}}^2 \left(\frac{d \ln \rho}{d \ln R} + \frac{d \ln \sigma_{\text{DM}}^2}{d \ln R} \right)$ 。ダークマターの密度 ρ は、 $\rho = \frac{1}{4\pi R^2} \frac{dM}{dR} - \mu m_{\text{p}} n_{\text{g}}$ 、より得られるため、Jeans 方程式において未定パラメータは σ_{DM} のみとなり、与えられた境界条件のもとこの微分方程式を解くことでダークマターの速度分散を得ることができる。パラメータ $\beta \equiv \sigma_{\text{DM}}^2 / (kT / \mu m_{\text{p}})$ はガスとダークマターの単位質量あたりの運動エネルギーの比を表すが、Abell 1795 において、この値はいたるところ 1 以下、つまりガスの温度はいたるところでダークマターの温度と同じかより高いという結果が得られた。このことから、ダークマターそのもの、あるいはダークマターの空間分布が、銀河間ガスの加熱機構に密接に関わりがあるということが示唆される。