

## 宇宙における冷たい暗黒物質の構造

Structure of the Cold Dark Matter in the Universe

千葉 柁司 (東北大学大学院理学研究科天文学専攻)

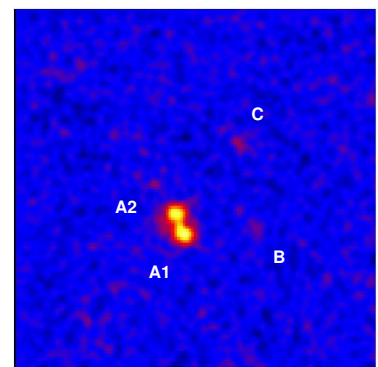
Masashi Chiba (Astronomy)

宇宙における物質の大半は、電磁波を放たない暗黒物質で占められていることが、様々な宇宙の観測からわかっている。さらに、その暗黒物質の候補として、冷たい暗黒物質と呼ばれるものが有力であり、これが電磁波を通して観測できる銀河の形成と進化、さらに銀河の動力学構造において、最も本質的な役割を担っていることがわかってきた。つまり、我々が電磁波を通して観測できるものは、宇宙において氷山の一角にすぎず、その一角の振る舞いが目に見えない大きな部分によって決定づけられるものである。

冷たい暗黒物質に基づく構造形成論によると、宇宙初期における密度揺らぎのパワースペクトラムは、小さな質量の揺らぎが最も大きいことから、そのような揺らぎが最初に成長し非線形になる。また、より大きな質量の揺らぎは、小さな質量揺らぎの合体・降着を伴いながら成長する。このように、冷たい暗黒物質において特有の重力不安定、すなわち小質量揺らぎの階層的な合体を経て、大質量スケールの構造が形成されると考えられている。実際、宇宙において観測される様々な大構造、すなわち、宇宙背景放射の揺らぎの分布、銀河や銀河団の空間分布といった、共動座標にして300万光年を超えるような空間スケールの構造は、冷たい暗黒物質から期待される構造と大変良く合致することが知られている。これが、冷たい暗黒物質が暗黒物質の最有力候補とされる所以である。

ところが、近年の大規模な重力多体系計算の発展に伴い、より小空間スケールにおける構造、すなわち一般の銀河に匹敵するするようなスケールにおいて、冷たい暗黒物質は観測と一見矛盾するような様子を示していることがわかってきた。最も重要な点は以下の2つである。(1) 理論から期待される暗黒物質ハローの密度分布は、実際に観測される銀河のそれと違って、中心密度が発散するような振る舞いをする。(2) 銀河質量程度のハローには数百以上の数の小質量ハローを伴う筈であるが、実際に観測されている伴銀河は高々数十個であり桁で合わない。このような天文観測の事実から、冷たい暗黒物質の標準理論を改訂する理論が登場したり、あるいは暗黒物質の中における銀河の形成と進化に関して大幅な改良を加えるものもあり、混沌とした状況になってきた。すなわち、小空間スケールにおける冷たい暗黒物質の振る舞いがまだ明確に理解されていないのである。

本講演では、こういった冷たい暗黒物質構造の研究に関する近年の動向を概観し、宇宙においてどのような形態で存在しているか、それは理論からの予測とどのように合致するか、あるいはどのような点で相違があるか、等に関して詳細に述べる。そして、銀河スケールにおける暗黒物質の問題に関して、重力レンズの原理を用いた新しい解析方法を吟味し開発を行なった。また、その重力レンズの方法に基づいてすばる望遠鏡を用いた観測を実施し、観測データの詳細な理論解析を行なうことによって、暗黒物質に関する新しい知見が得られたので報告する。さらに、冷たい暗黒物質に基づく銀河形成と進化の問題を考察し、今後の研究展望を述べる。



すばるによる重力レンズ像