

U14a 重力レンズによる Dark Matter Substructure の検出法

米原厚憲、須佐元、梅村雅之（筑波大学計算物理学研究センター）

銀河スケールにおいて、実際に観測されている substructure の数は、cold dark matter（以下、CDM）シナリオにのっとった simulation で予想されるものよりも桁違いに少ない。さて、例えば luminous matter が CDM の substructure をトレースしていなくとも、substructure が存在しさえすれば、重力レンズなどの現象を通じて観測されるはずである。このことを利用し、銀河によって重力レンズを受けたクェーサーの多重像の間の光度比が、単純なレンズモデルで再現できないという問題を巧く解決できるという視点での研究が、Chiba (2001) や Dalal & Kochanek (2001) によってなされた。

しかしこの問題は、クェーサーのマイクロレンズ現象等でも説明は可能である。そこでより直接的な、重力レンズによる CDM substructure の検出法について考察した。まず、substructure の数密度は質量の ~ -2 乗に比例するのに対し、1天体あたりの重力レンズとしての大きさは、質量に比例することから、一番小さな質量スケールの substructure が、全体として一番大きな寄与をすることが分かる。次に、とりあえず $\sim 10^8 M_\odot$ の substructure による重力レンズの optical depth を様々な場合について見積もった。その結果、遠くのシステムほど、期待される optical depth は大きくなることから、前面の銀河によって重力レンズを受けたクェーサーが、CDM substructure を検証するのに一番適した天体であると考えられる。強い重力レンズを受ける場合の optical depth は数パーセントと小さいが、もし $\sim 10^8 M_\odot$ 程度の質量の substructure が実際に強い重力レンズを起こしているならば、(1) 一つの像が $0.1(\text{arcsec})$ 程度の間隔に分裂している、(2) 一つの像の光度変動において、まるでエコーのような、数時間遅れてはいるが同じ光度変動を示す、といった現象が観測されるはずであることが分かった。