

U03a Dark Ages can be seen by CMB Anisotropies

杉山直 (京大理) Nusser,A.(Phys., Technion)、Benson,A.J.(Phys., Univ. of Durham)

前回の年会において、銀河形成などに伴う、patchy な宇宙再加熱の過程を、サイズ一定のランダムに分布したイオン化したバブルを考慮することでモデル化して、そのバブルを通過する宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) に生じる温度揺らぎを計算し、その結果を解析した。このように、CMB は $z=1000$ の recombination の時期からやってくるので、現在に至るまでの transfer の間に生じた出来事、特に dark ages と呼ばれる直接観測が非常に困難な銀河形期の「記憶」を保持している可能性がある。すなわち、CMB によって、dark ages を「見る」ことができるのである。ここで、CMB に揺らぎを生じさせる具体的な物理過程は、イオン化された領域全体の運動によるドップラー効果である。

今回の年会では、より現実的な銀河形成のモデルを考えたとき、CMB にどのような影響が生じるかについて解析を行う。実際には、数値的に求められた dark halo の分布に対して、銀河形成の semi-analytic model を用いて、銀河形成を導入する。そして、その銀河からの紫外線の放射によって宇宙の再加熱 (イオン化) を行うのである。その結果わかったことは、以下の通りである。まず、銀河形成が比較的早い時期 ($z > 5$) に始まり宇宙が完全にイオン化するまでの時間が長ければ、CMB には (将来) 観測可能な揺らぎのパターンが生成される。そのパターンはイオン化された領域の大きさや、領域間の相関に依存したものになる。特に大きく依存するのは、銀河の星からの紫外線の放射がどれだけ効率よく外へ抜けるか、という escape fraction と呼ばれるパラメータである。この放射のモデルを変えることで、CMB の温度揺らぎは 10^{-6} 程度から 10^{-7} まで大きくその値を変える。またその空間相関も異なったものとなることがわかった。また、宇宙論パラメータのうち、特にバリオンの量には大きく依存する。バリオンが多ければ、イオン化されたとき、電子の数も多くなるので、CMB はより大きな影響を受けるのである。

これらの CMB 揺らぎは通常の宇宙初期からの揺らぎに比べ、より小さな角度スケール (およそ arcmin 程度) に対応するものである。このような小さなスケールの揺らぎを測定する可能性のある将来計画として、LMSA またはその国際協力版である Atacama Large Millimeter Array (ALMA) を挙げることができる。