

U25a 再電離時期に残される炭素・酸素微細構造線信号

日下部 元彦、川崎 雅裕 (東京大学)

標準宇宙論では、膨張宇宙の中でイオンが電子と再結合し原子ができた後、赤方偏移 10 程度で天体が発する光によって原子が再電離されたと考えられている。そこで、再電離時期の紫外線が炭素・酸素原子を励起するのに伴い残される微細構造線の宇宙論的信号を研究した。中性酸素の 228K 線は研究されていたが、中性炭素、一階電離炭素、中性酸素 99K 線も含み、微視的物理過程に特に焦点を当てた。

例として、高密度領域により電離光子が遮蔽された単純な状況を想定し、明るいくエーサーを光源とした流体化学計算を行った。この際、クエーサー以外のソフトな紫外線源の有無による差を確認した。

微細構造線信号は、主に光源の近くで、そこに赤方偏移して来た紫外域の線光子により生まれる。線光子の強度は、標的となる化学種との散乱により、そのスピン状態を反映した状態に緩和するため、紫外線スペクトルの変化は一般に無視できない。信号に関連する紫外遷移の有効的な数 N_{eff} を、原子、イオンのスピン状態を表す変数を用いて定義し、信号の計算に用いた。そして、考えている設定での信号を 21cm 超微細構造線信号と比較した。結果として、紫外線起源の信号は、衝突過程による信号を含まないような適度な密度の領域で、電離光子は遮蔽されているが、非電離光子は存在するような領域から来る。また、物理状態に依存して、3 準位 (下から 0、1、2) の微細構造線の 2→1 遷移の信号が正で、1→0 遷移の信号が負になる状況が理論的に存在する。このような信号は、限られた物理状態でだけ豊富に生み出されるが、そのような状況が存在するならば、ALMA での極長時間積分や、次世代干渉計で観測される可能性がある。

[参考] MK & MK, Mon. Not. R. Astron. Soc. 419, 873894 (2012), arXiv:1004.1087v2 [astro-ph.CO].