

論文の内容の要旨

論文題目: Spectroscopic Analysis of H I Absorption Line Systems
in 40 HIRES QSOs

(クエーサー中性水素吸収線系の HIRES による分光学的研究)

氏名: 三澤 透

クエーサーは、宇宙の非常に遠方にあり銀河形成が活発に行なわれていた時代の情報を我々にもたすため、1960年代におけるその発見以来、数々の詳細な研究が行なわれてきた。クエーサーはまた、我々とクエーサーの間に存在する天体を研究するための背景光源としても利用されてきた。なぜなら、クエーサーに対する視線上に存在する天体は、たとえ撮像観測で検出するには暗すぎる天体であったとしても、クエーサーのスペクトル上に存在する吸収線として検出することが可能だからである。中でも中性水素 (H I) ガスによる吸収線は、クエーサー自身による中性水素輝線よりも短波長側に非常に密集して検出される (「Ly α の森」と総称される) ため、分光学的研究がさかんに行なわれており、その柱密度 N (cm^{-2}) や速度幅 b (km s^{-1}) の分布傾向や、視線方向の空間分布の傾向などが詳細に調べられてきた。

このような物理量の統計的分布を議論するうえでは、各吸収線が完全に分解されていることが必須条件である。特に柱密度が比較的強い ($\log N > 15$) 吸収線の場合、近接する吸収線との混合が無視できなくなるためその吸収線の検出には細心の注意を払うことが要求される。ところが従来の研究では各吸収線を完全に分解することができず、混合した吸収線があたかもひとつの吸収線であるかのように議論されてきた。そのため、本来の柱密度・速度幅が過大に評価されていた可能性がある。

そこで我々は混合した複数の吸収線を分解すべく新しい手法を採り入れた。従来は Ly α の吸収線プロファイルのみを参考に H I 吸収線を検出していたのに対し、我々はより高いライマン系列の吸収線プロファイルをも同時に考慮に入れることにより、その検出精度を飛躍的に高めることに成功した。

吸収線の視線速度分布の2点相関調べたところ、比較的強い H I 吸収線が 200 km s⁻¹ 程度以下で強い相関を示すのに対し、比較的弱い吸収線は 100 km s⁻¹ 程度以下での相関を示すことが分かった。また、吸収線の強さが同程度で、なおかつより強い吸収線のほうがクラスタリングの傾向が強いことが明らかになった。そこで、強い吸収線 ($\log N > 15$) およびその近傍 ± 200 km s⁻¹ 以内にあるすべての H I 吸収線を銀河に起源があると思われるグループ (IGLs; Intervening Galaxy Lines) と考え、銀河間ガスに起源があると思われるグループ (LFLs; Ly α Forest Lines) と区別して両者の物理量の統計的分布を調べた。

H I 吸収線の柱密度分布は、IGLs および LFLs に対してそれぞれ係数を $\alpha=1.19, 1.49$ とした指数関数 ($\log[dn(N)/dn] = -\alpha \log N + \beta$) で良くフィッティングできることが分かった。しかし、この違いは観測したキューサーや吸収線の選択方法によるバイアスによる影響が効いているためだと考えられる。また、柱密度と速度幅の相関関係を調べた結果、速度幅の下限値 (b_{min}) と対数表示の柱密度の間に1次の正の相関が見られ ($b_{min} = \gamma \log N + \delta$)、IGLs に対する傾き ($\gamma=1.3$) が LFLs に対する傾き ($\gamma=4.0$) よりも緩やかであることが分かった (図1)。LFLs に対する相関関係はすでに CDM モデルによるシミュレーションでも再現されているが、IGLs に対する関係も背景 UV フラックスに対する自己遮蔽効果などを考慮に入れることにより再現できる可能性がある。

さらに本研究では以下のような結果も得られた: (i) 柱密度が非常に小さい ($\log N < 13$) 吸収線の平均的な b 値が 23 (km s⁻¹) であるのに対し、その他の吸収線 ($\log N > 13$) は 28 km s⁻¹ 付近に分布のピークを持つ。; (ii) LFLs に対する柱密度分布の係数 (α) は赤方偏移とともに減少する。それに対し IGLs の係数はほぼ不変である。; (iii) キューサーの近傍 (視線速度差が 5000 km s⁻¹ 以下) では、LFLs の柱密度分布の係数 (α) が大きくなる。また、速度幅も増加する傾向が見られる。; (iv) 比較的強い IGLs ($\log N > 17$) が必ず重元素ガスによる吸収線を持つのに対し、比較的弱い IGLs ($15 < \log N < 17$) は、およそ半数程度しか重元素ガスを伴っていない。

このように、IGLs と LFLs は明らかに異なるクラスタリング傾向、赤方偏移進化、 $b_{min} - \log N$ 関係をもっているため、対応する吸収体は異なると考えられる。一般的には IGLs は銀河による吸収線、LFLs は銀河間空間にひろがる希薄なガスによる吸収線と考えられるが、将来的には今回得られた結果を再現できるモデルを構築することにより、両者の違いを定量的に説明できるものと期待される。

