

論文審査の結果の要旨

氏名 三 澤 透

高赤方偏移クエーサーの高分散スペクトル上には密集した中性水素 Ly α 吸収線が存在するが、近接した吸収線どうしの混合が従来から問題視されてきた。本論文は、混合した吸収線の分離を可能にする新手法を確立し、従来に優る信頼度で多数の中性水素吸収線を分離検出し、その吸収線系の物理量や空間分布の解析から銀河間ガスの存在形態や物理状態についての新知見を得たものである。

本論文は6章から構成される。第1章では、従来の吸収線系の研究にもとづいて、それらの中性水素ガスの柱密度や速度幅の分布傾向とそれらの空間分布傾向などの諸特性が概説されている。特に、柱密度が比較的大きい ($N_{HI} > 10^{15} \text{ cm}^{-2}$) 吸収線系では、複数の吸収線の混合によって柱密度や速度幅が過大評価されており、それが結果を解釈する際の不定性の要因になっている現状がレビューされている。それに対して、本研究は、広範な柱密度 ($N_{HI} \approx 10^{12-20} \text{ cm}^{-2}$) の吸収線を確実に分離検出した結果にもとづいた、はじめての統計的研究であることが強調されている。

第2章では、背景光源として使った40のクエーサーの基本データ(赤方偏移、可視等級、スペクトルの波長範囲、S/N比)をまとめている。このデータは、カリフォルニア大学のグループが高赤方偏移での重水素量を決定するために、口径10mケック望遠鏡に装着した高分散エシエル分光装置(HIRES)で取得したものであるが、ここでは吸収線を検出する元になるスペクトルをどのように構築したか、その解析手順を述べている。

第3章では、混合した複数の中性水素吸収線を分離するために導入したプロファイル・フィッティング法の詳細を述べている。従来のフィッティングではLy α 吸収線プロファイルだけを使っていたのに対し、本研究ではLy ϵ までのより高いライマン系列の吸収線プロファイルも同時に考慮する新しい手法を導入した。この手法を40のクエーサーのスペクトルに適用することにより、赤方偏移 $2 < z < 4$ の範囲で $N_{HI} > 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の柱密度をもつ86の吸収線系を検出した。また、本手法で吸収線の分離検出が飛躍的に高まった結果、それぞれの吸収線系に付随する低柱密度の吸収線を数多く分離検出することに成功した。

第4章では、検出した全ての中性水素吸収線を用いて、視線速度分布の2点相関から、空間的なクラスタリング傾向を調べた。その結果、銀河内の濃いガスに起源があるグループ(IGLs = Intervening Galaxy Lines; $N_{HI} > 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ かつ速度差 $\pm 200 \text{ km/s}$ 以内の吸収

線)と銀河間の希薄なガスに起源があるグループ(LFLs = Ly α Forest Lines; $N_{HI} < 10^{15}$ cm $^{-2}$ の Ly α 森)に大別できることを示した。柱密度の冪に逆比例する柱密度分布の冪数についてはグループ間で有意な差はないが、速度幅分布の下限値と柱密度の対数の間に一次の正の相関があり、IGLs に対する傾きが LFLs に比べて有意に緩やかであることを見出した。LFLs に対する傾向は CDM 宇宙での銀河形成シミュレーションで再現されているが、IGLs に対するこの傾向は今後の理論的説明が待たれる重要な観測事実である。

第5章では、検出した中性水素吸収線の物理量の分布について広範な考察を加え、以下の結果を得た。LFLs に対する柱密度分布は赤方偏移到依存し、 $z > 3$ ではそれ以下に比べ柱密度の大きい吸収線の数が有意に多い。他方、IGLs に対しては赤方偏移の依存性がない。また、LFLs はクエーサーの近接効果が顕著であり、視線速度差が 5000 km/s 以下のクエーサー近傍では、柱密度の大きい吸収線が減少し、速度幅が増加する傾向がある。これらの結果は、前章の結果とも合わせ、銀河間ガスの物理特性が IGLs と LFLs で異なっていることを定量的に示したものであり、今後の銀河形成研究で適切に取り入れられるべき観測事実である。

第6章は結果の要約である。

以上、本論文は、高赤方偏移における銀河間ガスの研究に確実な統計的基礎を与え、銀河形成過程を明らかにする上で手がかりとなる数多くの観測事実を導いた先駆的研究として高く評価できる。なお、本論文の一部は David Tytler、David Kirkman、John O'Meara、Nao Suzuki、柏川伸成、家正則との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。よって、審査員全員一致で博士(理学)の学位を授与できると認める。