

論文審査の結果の要旨

氏名 続 唯美彦

本論文は4章からなる。

第1章では、まず高赤方偏移における「鉄とマグネシウムの元素組成比」の宇宙時計としての重要性が述べられている。続いて、キューサーの広輝線領域 (Broad Line Region) から放射される、一回電離した鉄およびマグネシウム輝線を用い、この組成比の赤方偏移による変化を調べた過去の試みが、簡潔にまとめられている。数多くのキューサーについて観測が行われたにも関わらず、輝線強度比の赤方偏移に対する明確な増加もしくは減少傾向は示されていないが、論文提出者はその理由として、1) 観測されてきたスペクトルの波長範囲が十分広くなかったために、キューサーの連続光のフラックスが正確に求められておらず、その連続光の上に足し合わさる形で観測される鉄とマグネシウムの輝線の強度が正しく測定されていない、2) 鉄マグネシウム輝線比は、広輝線領域のイオン化パラメータ、水素密度、および乱流速度など組成比以外の要素にも依存するため、元素組成比をそのまま反映しているわけではない、という2つの大きな可能性を指摘している。本論文は、鉄マグネシウム組成比の導出に当たって存在するこの2つの不定性を考察し、正確な組成比を求める手法を確立することを主題としている。

第2章では、まず、連続光のフラックスによる不定性を除くために、静止系で紫外線から可視光までの広い波長域 (1000 - 7000 Å) を覆う S/N 比の高いスペクトルのサンプルを、低赤方偏移 ($z < 0.6$) の13個のキューサーについて揃えたことが記述されている。紫外線のデータはハッブル望遠鏡のアーカイブデータを、また、可視波長域のデータは主に、論文提出者が独自にアメリカアリゾナ州キットピーク天文台において観測して取得したデータを用いている。これにより、原子輝線がない複数の波長域のデータから連続光のフラックスレベルを正確に求める解析が可能となり、不定性のない鉄マグネシウム輝線比が導出された。さらに、論文提出者は、この輝線比とキューサーの他の物理パラメータとの相関を全サンプルについて調べ、過去の観測において相関が見いだされていなかった、鉄マグネシウム輝線比とキューサーの絶対等級との間の強い相関を見いだした。

第3章では、第2の不定性である、鉄マグネシウム輝線比に対する元素組成以外の広輝線領域の物理パラメータ (イオン化パラメータ、水素密度、乱流速度) の影響を調べるため、最新の鉄イオンモデルが組み込まれた光電離コードによって作成されたモデルスペクトルと、観測データとの比較考察が行われている。まず、CIV/CIII] 輝線比とバルマー・ジャンプの強度からイオン化パラメータと水素密度のおおよその範囲が見積もられた後に、スペクトル

フィッティングにより、上記3パラメータの値が求められた。続けて、鉄マグネシウム元素組成比をパラメータとしたスペクトルフィッティングが、鉄マグネシウムの輝線の存在波長範囲 (2200-3600 Å) について行われた結果、最終的な元素組成比が求められた。こうして求められた組成比とキューサーの絶対等級との間には、ふたたび強い相関が見いだされた。論文提出者は、さらにこの関係を理解するために、キューサーの絶対等級と H β 輝線の輝線幅からキューサーのブラックホール質量を導出し、組成比との相関を調べた。その結果、相関係数が 0.8 以上の明瞭な正の相関を見いだした。

最後に第4章では、本論文の要約が簡潔に述べられている。

本論文は、キューサーの鉄マグネシウム輝線比から、元素組成比を初めて定量的に求めたものである。その結果、鉄マグネシウム組成比とキューサーの絶対等級との相関をも明らかにした。独自の観測によって取得したデータをもとに、広波長域を覆ったスペクトルのサンプルを用意して、連続光フラックスの不定性を取り除いた点、および、最新の鉄イオンモデルが組み込まれた光電離コードにより組成比以外の要素の影響を明らかにし、真の組成比を高い精度で求めた点が高く評価できる。今後この手法を用いて、高赤方偏移のキューサーについても、正確な鉄マグネシウム組成比が導出されることが期待できる。

なお、本論文は、大藪進喜、田邊俊彦、吉井譲、川良公明との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測、解析、計算、および議論を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。