

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 中 尾 光

学位論文題名

Development of the Nayoro Optical Camera and Spectrograph (NaCS) and Spectral Monitoring of the Double-peaked Emission Line of Active Galactic Nuclei (可視撮像分光装置 NaCS の開発と活動銀河核のダブルピーク輝線の分光モニター観測)

銀河には、その中心から銀河全体の光度かそれ以上に匹敵する莫大なエネルギー（太陽の 10^{11} から 10^{13} 倍）を放射しているものがあり、その銀河の中心核は活動銀河核（Active Galactic Nucleus; 以下AGN）と呼ばれる。AGN のエネルギー源は、中心核に存在する太陽質量の 10^6 - 10^8 倍の超大質量ブラックホールへ降着する物質の重力エネルギーである。AGN の中には電波ジェットを伴った電波強度の強いものが10%程度存在し、この電波ジェットが銀河全体の進化に影響を与えていると考えられている。しかし、この強い電波放射の生成メカニズムはいまだ解明されていない。その主な原因は、AGNが非常にコンパクトでかつ非常に遠方にあるために見かけのサイズが非常に小さく、現在の観測技術で達成可能な最高分解能（1 ミリ秒角）でも、直接空間分解してそのサイズと構造を調べることができず、そのために生成メカニズムを特定できないからである。

AGNの電波強度の違いを生み出す要因は、電波の強いAGNでは質量降着率が低く降着円盤内縁に放射不良降着流（以下RIAF）が形成されるためであると考えられており、X線領域ではRIAFからと考えられる放射が実際に観測されている。電波の強いAGNには $H\alpha$ 輝線スペクトルがダブルピークプロファイルを示す天体があり、そのダブルピーク輝線の放射源はRIAFによって照らされた降着円盤である可能性が考えられている。X線放射には数日スケールの短期変動が観測されており、もしダブルピーク輝線の起源がRIAFが降着円盤を照らしているためだとすれば、ダブルピーク輝線にもX線と同じタイムスケールの短期変動が見られるはずである。降着円盤自体の構造が数日スケールで変化するとは考えにくいので、数日スケールの短期変動を捉えることができればRIAFの存在を示す証拠となり得る。

このような変動を捉えるためには、数日以内の短い間隔で、かつ数ヶ月に渡って継続的にモニター観測を行う必要がある。そこで、観測時間を豊富に確保できる北海道大学1.6mピリカ望遠鏡にてモニター観測を行うための可視撮像分光装置NaCS（Nayoro Optical Camera and Spectrograph）の開発を行った。NaCSは、AGNの連続光と輝線スペクトルを得るための分光観測モードとAGNの連続光光度を得るための撮像観測モードとを切り替えて使用できるように設計した。また、撮像観測にて相対測光をおこなう際に、明るさの参照星を得られやすいよう広い視野（8.4分角×4.2分角）を確保した。検出器には可視光域全域に渡り高い量子効率をもつ浜松ホトニクス社製の完全空乏型背面照射CCDを採用し、その

読み出しシステムを開発した。

観測天体にはダブルピーク天体の中でRIAFの存在が示唆されているArp 102Bを選び、その分光モニター観測を実施した。観測は2013年5月と8月にそれぞれ1ヶ月間、2014年2月に4日間行い、それぞれ12、10、3夜で合計25夜のスペクトルの取得に成功した。観測の結果、Arp 102Bのダブルピーク輝線は過去に比べて半分程度の明るさとかなり暗くなっていることが明らかになったが、それにもかかわらず、数日から10日間という短い時間スケールで、ダブルピーク輝線のフラックスが5–10%、ブルー側のピーク波長が10 Å程度、また、ブルー側とレッド側のフラックス比が10 %程度の変動を示した。観測された時間変動が降着円盤を照らす光源の明るさの変動に起因しているかを検証するために、照射源の変動に対する降着円盤からのダブルピーク輝線が示す時間変化をモデル計算によって求め、観測データの再現を試みた。

その結果、降着円盤のモデルパラメータに依らず、ダブルピーク輝線のブルー側とレッド側のフラックス比は観測されたような時間変動を示さないことが明らかとなった。また、モデルが予想するダブルピーク輝線のすそ野部分における特徴的なバンプ成分の時間移動も観測されたスペクトル中には見られないことが明らかとなった。このことから、観測された短期変動は降着円盤を照らす照射源の変動には起因していないと考えられる。このことは、逆に照射源が大きな短い時間変動を起こしていない可能性を示唆する。観測された短時間変動は、降着円盤を取り巻いていると考えられている広輝線領域成分の変動、もしくは広輝線領域でのアウトフロー成分によるものと考えられる。1ヶ月に渡る連日の観測（一定期間に渡る時間分解能の高い）分光モニターが、従来のRIAFモデルをはじめ、AGNのモデルをより詳細に構築する上で重要である。