

## 要旨

これまでの観測及び理論的研究から、大多数の銀河中心には超大質量ブラックホール (SMBH,  $10^{6-10} M_{\odot}$ ) が存在すると考えられている。近傍宇宙において、SMBH 質量 ( $M_{\text{BH}}$ ) と銀河のバルジ質量 ( $M_{\text{bulge}}$ ) が強い正相関をもつことから、SMBH と銀河が共進化してきたことが示唆されているが、遠方宇宙において、この関係が成立しているかどうか未だ議論が続いている状況である。高赤方偏移において SMBH と母銀河の関係を詳細に調査することは、共進化が、いつ、どのような物理過程で起きているか理解する上で重要と考えられる。特に、高赤方偏移における低質量の SMBH ( $< 10^7 M_{\odot}$ ) を検出することは困難であるが、SMBH Seed から母銀河と共に成長する過程を調査する上で極めて重要である。活動銀河核 (AGN) は、SMBH 近傍のコンパクトな領域から母銀河に匹敵する電磁波が放射され、SMBH の成長過程と銀河形成を考察する上で重要な現象である。多くの観測から AGN は、全波長に渡って数時間から数年以上のタイムスケールで光度変光が生じることがわかっており、主に降着円盤の不安定性が原因と考えられている。AGN の可視変光選択を用いることで、低光度 AGN を多く選択でき、低質量の SMBH サンプルを構築することができると期待される。本研究では、すばる望遠鏡 HSC-SSP サーベイの UltraDeep Layer の COSMOS 領域における、可視変光により選択された低光度 ( $i_{\text{AB}} \leq 25.9$ ) かつ高赤方偏移 ( $z \leq 4.26$ ) の AGN サンプル (491 天体) を用いて、そのうち 145 天体について、アーカイブ分光データから得られる広輝線と AGN 光度から SMBH 質量を測定した。145 天体のうち 11 天体は  $0 < z < 3$  の範囲において  $M_{\text{BH}} < 10^7 M_{\odot}$  の SMBH であり、広視野深宇宙観測に基づく可視変光選択された AGN サンプルを用いることで遠方の低質量の SMBH を検出できることを実証した。特に X 線の弱い可視変光 AGN の BH 質量は、各赤方偏移において低質量の SMBH である傾向を示した。また、145 天体のうち 120 天体については、CIGALE-v2022 を用いて、X 線を含む多波長の測光データを用いた SED フィッティング解析を行い、AGN 成分と母銀河成分を正確に分離して、星質量 ( $M_*$ ) を算出した。その結果、 $0 < z < 4$  の範囲において、 $M_{\text{BH}} - M_*$  関係には、強い相関が存在しないことが明らかになった。これまでの研究から SMBH 質量と星質量の比 ( $M_{\text{BH}}/M_*$ ) は、近傍では  $\sim 0.025\%$  程度に対して、高赤方偏移では  $\sim 1\%$  程度と赤方偏移の違いによって値が異なると考えられてきたが、本研究では、 $0 < z < 4$  の範囲において、 $M_{\text{BH}}/M_*$  比は赤方偏移に依存していないことを示した。最後に、 $0 < z < 4$  における、 $M_{\text{BH}} < 10^8 M_{\odot}$  の質量の SMBH を持つ銀河では、 $M_{\text{BH}}/M_*$  比が小さく、 $M_* \sim M_{\text{bulge}}$  の関係を持つ楕円銀河のような卓越したバルジ成分の形成は困難であることがわかった。この事実から、ディスク成分が形成された後に、SMBH の成長に伴ってバルジ成分の形成が進み、銀河進化することが示唆された。