

氏名(本籍)	間明田好一(茨城県)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第5267号		
学位授与年月日	平成22年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	Study of the Water-Vapor Maser Disk at the Active Galactic Nucleus of IC1481 (IC1481の活動的銀河中心核における水蒸気メーザー円盤の研究)		
主査	筑波大学教授	理学博士	梅村雅之
副査	筑波大学教授	理学博士	中井直正
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	森正夫
副査	国立天文台准教授	理学博士	久野成夫

論文の内容の要旨

ある種の銀河の中心核は銀河全体の明るさに匹敵するほどの輻射を放射したり、光速に近い速さでジェットを噴出したりするなど極めてエネルギーの高い活動をしているものがある。このような銀河の中心核を活動的銀河中心核(Active Galactic Nuclei = AGN)と呼ぶ。AGNから放出される膨大なエネルギー源は、中心にある巨大質量ブラックホールへ周囲のガスが回転しながらブラックホール近傍に落下していき、そのときに元の重力エネルギー(位置エネルギー)を電磁波の放射やジェットの運動エネルギーに転換したためと考えられている。しかし、その中心核は極めて小さいために直接にその構造や運動を見ることは困難である。

ある種のAGNは銀河系内で観測されるものよりも百万倍の強力な水メーザーを放射しているものがある。メーザーは非熱的放射で輝度温度が極めて高いので、感度が極端に悪い超長基線電波干渉法(VLBI)でも観測可能であり、それによって光学観測の百倍以上の高い角分解能(0.001")でAGNの構造と運動を直接に調べることができ、極めて有用である。しかし水メーザーのフラックス密度の大きな8個程度のAGNでしかまだVLBI観測はなされておらず、またその結果は銀河によって異なり、一般的な性質を明らかにするためにはさらに他の銀河の観測が必要である。

本論文では、まだ水メーザーの観測がなされていないAGNの中で水メーザーのフラックス密度が最も大きい渦巻銀河IC1481の水メーザーを高感度のVLBIシステムで観測し、その結果を解析したものである。さらにすでに観測されている他のAGNの観測結果も含めて測定された銀河中心核の回転曲線から中心にある巨大質量ブラックホールの質量とその周囲にあるガス円盤の質量を分離して求め、比較検討を行っている。

観測は米国にあるVLBA、GBT100m鏡、phased VLAとドイツのEB100m鏡を用いた世界で最も高い感度を有するVLBIシステム(高感度アレイ)を用いて実施された。その結果、銀河中心からの距離が $r = 2.8 - 14.0$ pcにあって厚みが $2H = 1.5 - 4.2$ pcであるメーザー円盤が検出された。その回転速度は $V_{rot} = 168 - 124$ km/sであり、距離の関数として $V_{rot} \propto r^{-0.19 \pm 0.04}$ で外側に行くほど減少している。しかし、ケプラー回転である $r^{-0.5}$ よりもゆっくりと減少しているため、中心にあるブラックホールの質量に対してその周囲の回転ガス円盤の質量は無視できないことを意味している。そこで、ガス円盤の面密度が距離 r に反比例して

減少するという質量分布モデル (Mestel 円盤) を仮定してブラックホールとガス円盤の質量の分離を行った。その結果、中心にあるブラックホールの質量として $(1.2 \pm 0.1) \times 10^7$ 太陽質量、ガス円盤の質量として $(3.5 \pm 0.2) \times 10^7$ 太陽質量を得た。すなわちブラックホール質量よりもガス円盤の質量の方が大きいのである。

同様にすでに水メーザーの VLBI 観測がなされている他の AGN についても同様の解析を行い、ブラックホール質量とその周囲のガス円盤の質量を分離して求めた。

このようにして求めたブラックホール質量を銀河のバルジの速度分散の関数として図示すると、多くの AGN では従来言われていたマゴリアン関係には従わず、バルジの速度分散から期待されるブラックホール質量よりも小さくなることが示された。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では光学観測よりも百倍以上の高い角分解能で AGN のガス円盤を観測し、その回転曲線から従来できなかったブラックホール質量とその周囲にある円盤質量を分離して求めるという画期的な成果を上げた。またそれによって定説となっていたブラックホール質量と銀河のバルジの速度分散の関係 (マゴリアン関係) がブラックホール質量が $10^6 - 10^7$ 太陽質量では成立していない可能性を示し、現代天文学で最も大きな謎のひとつであるブラックホールの形成の起源や母銀河との共進化の研究に衝撃を与えるものである。このような研究成果を導いた本論文はブラックホール、銀河、AGN の研究に大きな寄与を成すものであり、高く評価される。

よって、著者は博士 (理学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。