

氏名(本籍)	かわ かつ のぞむ 川 勝 望 (京 都 府)
学位の種類	博 士 (理 学)
学位記番号	博 甲 第 3378 号
学位授与年月日	平成 16 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	物理学研究科
学位論文題目	Radiation Hydrodynamic Growth of Supermassive Black Holes and QSO Formation (輻射流体力学過程による超巨大ブラックホールの成長とクェーサー形成)
主 査	筑波大学教授 理学博士 宇 川 彰
副 査	筑波大学教授 理学博士 石 橋 延 幸
副 査	筑波大学教授 理学博士 梅 村 雅 之
副 査	宇宙航空研究開発機構教授 理学博士 中 川 貴 雄

論 文 の 内 容 の 要 旨

超巨大ブラックホールは、宇宙で最も明るい天体であるクェーサーのエネルギー源として考えられてきたが、近年 HST (Hubble Space Telescope) を初めとする高精度観測装置により、通常の銀河の中心領域に巨大なブラックホールの証拠が次々に見つかった。さらに、その巨大ブラックホールの質量は銀河バルジ(円盤銀河の中心部で星が球状に分布している領域。楕円銀河の場合はそれ自体。)の質量に比例し、その 0.2% 程度になっているという関係が報告されている。これは、巨大ブラックホール形成と銀河バルジ形成が物理的に関係していることを示唆している。一方で、ブラックホールが形成されるためには一般相対論的不安定が起こるほどコンパクトな領域に大量の物質を集めなくてはならない。そのスケールは銀河の大きさに比べて 7 桁も小さい。銀河内のガスは角運動量を持つため、そのような狭い領域に凝縮することはできない。従って、巨大ブラックホールを作るためには、ガスの持つ角運動量を抜かなくてはならない。また、バルジとの相関を説明するためには、その物理機構は銀河バルジの中で有効となるものでなくてはならない。

本論文では、銀河内のガスの角運動量を引き抜く物理機構として、銀河内の星からの輻射が引き起こす相対論的な「輻射抵抗」に注目している。輻射抵抗とは輻射場と異なる速度で運動する物質が輻射を吸収・再放射することで抵抗を受け、結果として効果的に角運動量を取り除く物理過程である。輻射抵抗の効果を正確に求めるためには、輻射強度の伝播を扱う輻射輸送方程式を解く必要がある。本研究では、銀河バルジにおいて銀河内ガス分布の非一様性を考慮した 3 次元輻射輸送計算を行うことで、輻射抵抗による角運動量輸送効率を正確に計算している。結果として、現実的な非一様ガス分布においては、一様分布の場合とは異なり、高い角運動量輸送効率が実現されることを見出した。この計算結果を使って、銀河中心に凝縮するガスの総質量を見積もり、銀河バルジ質量との関係を求めた。結果として、このモデルはブラックホール質量と銀河バルジ質量の間の比例関係を自然に説明できること、そしてその比例係数は水素からヘリウムへの核融合エネルギー変換効率 ϵ ($=0.007$) という物理定数で与えられることを示した。次に、銀河バルジ内の星の進化を採り入れ、銀河の進化過程とブラックホールの成長過程を結びつけた「共進化モデル」を構築し、これによってクェーサー形成についての新しい理論モデルを提唱した。そして、巨大ブラックホールが成長期にあ

る“原始クェーサー”状態が存在することを予言し、原始クェーサーからクェーサーへはおよそ 10^8 年で進化することを明らかにした。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、超巨大ブラックホールの形成を、銀河バルジの星形成史と結び付けて、輻射流体力学メカニズムによって説明しようというものであり、これまでにない極めて独創的な研究である。この研究は、輻射輸送方程式を近似なく取り扱うなど緻密な解析を行っており、本研究で得られた結果は、最近の観測で示唆されている巨大ブラックホールと銀河バルジの相関を基礎物理から説明できるものである。さらに、星の詳細な進化モデルを採り入れて、銀河進化と銀河中心核形成の共進化モデルを構築し、クェーサーの形成・進化についての新しい理論モデルを構築した。本研究の成果は、超巨大ブラックホール形成と銀河進化の物理的繋りを解明する上で、極めて重要な意味を持つものであり、その学術的意義は高く評価される。

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。