

第9回 日本学術振興会育志賞受賞報告

白 方 光

〈北海道大学理学院宇宙物理学専攻宇宙物理研究室 〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目〉
e-mail: shirakata@astro1.sci.hokudai.ac.jp



この度、第9回（平成30年度）日本学術振興会育志賞（以下育志賞）の栄誉を賜り、誠に光栄に存じます。育志賞は天皇陛下（現上皇陛下）より御下賜金を賜り、社会的に厳しい経済環境下で勉学・研究に励み我が国の学術研究の発展に寄与すると期待される博士課程学生の奨励のために設立されました。各大学・学術団体からの推薦者の中から、書類選考と面接によって受賞者が決定します。私は、「銀河と超大質量ブラックホールの進化・成長史の関連についての理論的研究」という研究題目で日本天文学会から推薦をいただきました。

私は北海道大学の宇宙物理研究室で、岡本崇氏によるご指導の下、銀河と超大質量ブラックホール（supermassive black hole; SMBH）の成長の関連についての理論研究を行って参りました。ほとんどの銀河がSMBHをその中心に持つことが知られており、両者の成長が関連（共進化）していると考えられています。SMBHは主に周囲のガスを降着することで成長すると考えられており¹⁾、ガス降着のあるSMBHは活動銀河核（active galactic nucleus; AGN）として観測できます。現在、すばる望遠鏡のHyper Prime Cam（HSC）を用いた活動銀河核の大規模撮像観測が行われておりAGNとその母銀河の統計データが得られてきています²⁾。私は、このような統計的な観測データとの比較に適した理論モデルの開発ならびにSMBH成長史についての理論予測を行いました。使用する理論モデルは、“New Numerical Galaxy Catalogue”; ν^2 GC³⁾ という準解析的銀河形成モデルです。準解析的銀河形成モデルは宇宙論

的流体シミュレーションと相補的な手法になっており、星形成・SMBH成長などのバリオンに関する物理を現象論的にモデル化することで、宇宙論的流体シミュレーションに比べて計算体積を広げることができ、AGNのようなレア天体の統計的研究に有力な手法です。

育志賞応募に際し、私はこの ν^2 GCから得られた理論予測のうち2つを紹介しました。「SMBHの誕生時の質量（種ブラックホールの質量）分布についての理論予測と観測からそれを検証する方法について⁴⁾」と、「SMBHがガス降着で成長する時間スケールがAGN光度に依存し、暗いAGNでは成長時間が従来考えられていたより1桁以上長い可能性と、SMBH周辺構造・力学状態がAGN光度に依存する可能性⁵⁾」です。まず、種ブラックホールの質量分布に関する研究は、 $z \sim 0$ でのブラックホールと母銀河のバルジ成分の星質量の相関関係が、 10^5 太陽質量程度のブラックホールまで得られてきたことを利用しました⁴⁾。種ブラックホール質量分布のモデルに対するSMBH質量とバルジの星質量関係の違いは、高赤方偏移ほど見えづらくなることがわかりました。これは高赤方偏移の銀河ほどガスを多く保持しており、銀河のバルジは星形成によって成長し、SMBHはガス降着によって種ブラックホール質量にくらべて十分大きな質量を獲得でき、種ブラックホール質量の違いを消してしまうためです。よって、種ブラックホール質量分布により強い制限を得るためには、近傍の 10^5 太陽質量以下のブラックホールを観測することが重要です。

次に、SMBHのガス降着による成長時間につ

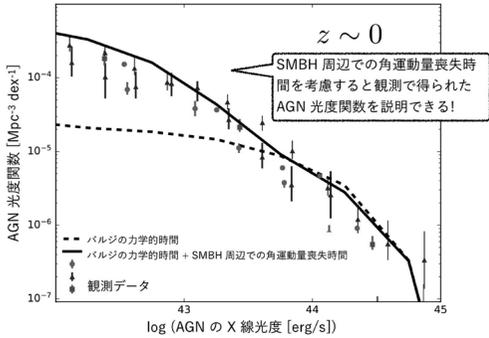


図1 AGN光度関数の観測との比較結果. 破線が全てのAGNの成長時間がバルジの力学的時間で与えられるとした場合のモデル計算結果, 実線がSMBH周辺でガスが角運動量を抜くにかかる時間を足した場合の計算結果. エラーバー付き点が観測結果.

いてですが, 明るいAGN (つまりQSO) の成長時間は, およそ 10^7 年と考えられています¹⁾. この成長時間は, 母銀河のバルジの力学的時間とほぼ同程度であり, また母銀河で起こる爆発的星形成のタイムスケールと同程度です⁶⁾. しかし, Seyfert銀河のような暗いAGNの成長時間はわかっていませんでした. 私は, SMBHの成長時間を「バルジの力学的時間+SMBH周辺でガスが角運動量を抜いてSMBHに降着するまでにかかる時間」で表すことで, 観測で得られたAGNの光度関数を説明できることを発見しました(図1). このモデルでのSMBH成長時間のAGN光度依存性を調べると, Seyfert銀河については, QSOより最大で1桁程度成長時間が長くなることがわかりました. これは, SMBH周辺にガスが少ないため, ガスの自己重力がSMBHの重力に比べて弱く, ガスがSMBH周辺で安定的な円盤構造を作りやすいことに起因することがわかりました⁵⁾. この結果から, AGNの光度によってSMBH周辺の力学状態も異なっている可能性が示唆されます.

この度このような大変栄誉ある賞をいただき, 身に余る光栄です. 授賞式は2019年3月8日に東京上野の日本学士院にて, 秋篠宮両殿下(現皇嗣両殿下)ご臨席の上で執り行われました. 授与式の後にお茶会が催され, 他の受賞者の方, 関係者の方々, そして秋篠宮両殿下とお話させていただく機会がありました. 他の受賞者の方はみなさん博士課程での研究を次のステップに進めるべく精力的に多方面で努力なさっている方で, 私もより一層努力しなければと刺激をもらうことができました. お茶会には, 小平桂一東大名誉教授や, 文部科学省で以前すばる望遠鏡を担当していらした方々も参加されており, 私に声をかけてくださいました. 秋篠宮両殿下からもお祝いの言葉を賜り, 本当に嬉しく思います.

今後も私の研究をより一層発展させ, 我が国の研究発展に貢献できればと考えております. 私は一身上の都合により企業に就職することが決まっていますが, 今後は企業で研究を行いながら, 現在の銀河とSMBHについての理論研究を続けていきたいと考えています. これまでの私の研究は, 共同研究者・指導教員のお力添えがなければ成し得ませんでした. 私の研究にこれまで携わってくださった全ての方々に感謝申し上げます. 特に, 川口俊宏氏, 長島雅裕氏, 榎基宏氏, 小林正和氏, 石山智明氏, 真喜屋龍氏, 大木平氏, そして指導教員である岡本崇氏に深く感謝申し上げます.

参考文献

- 1) Yu, Q., & Tremaine, S., 2002, MNRAS, 335, 965
- 2) 長尾透, 2019, 天文月報, 112, 209
- 3) Makiya, R., et al., 2016, PASJ, 68, 25
- 4) Shirakata, H., et al., 2016, MNRAS, 461, 4389
- 5) Shirakata, H., et al., 2019, MNRAS, 482, 4846
- 6) Nagashima, M., et al., 2005, ApJ, 634, 26