

# 日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2016年09月10日採択

申請者氏名	櫻井祐也 (会員番号 6098)
連絡先住所	〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 理学部一号館923
所属機関	東京大学大学院 理学系研究科 物理学教室 宇宙理論研究室
職あるいは学年	D2: 学振
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会での口頭発表
講演・観測・研究題目	Hyper-Eddington accretion onto a black hole with super-Eddington luminosity
渡航先 (期間)	イタリア (2016年9月18日~9月25日)

私は、イタリアにて開かれた “Breaking the Limits: Super-Eddington Accretion on Compact Objects” という研究会に参加しました。この研究会では、理論と観測の両方について、コンパクト天体への超 Eddington 降着流に関する最先端研究の発表と議論が行われました。私は “Hyper-Eddington accretion onto a black hole with super-Eddington luminosity ” というタイトルで、以下の内容で口頭発表を行いました。

最近の可視光と赤外光の観測により、宇宙年齢が10億歳程度の宇宙に10億太陽質量以上の超巨大ブラックホール (BH) が存在することが示されました。このような超巨大BHの起源について、活発な議論がなされており、複数の超巨大BH形成モデルが提案されています。標準的な形成モデルとして、重い初代星が寿命を終えたときに100太陽質量程度のBHに崩壊し、このBHが後のガス降着・合体により観測されているような超巨大BHになるというモデルが考えられています。しかしこのモデルではBH成長の持続性に関して問題が指摘されています。すなわち、BHが成長する過程でのガス降着時に、BH近傍でガスの重力エネルギーが輻射エネルギーに変換されるのですが、より大きなスケールでこの輻射がガスを電離加熱し降着を抑制することが指摘されています。超 Eddington 降着が起きる状況を考慮するモデルでは、このガスの電離加熱は、BH近傍で放出される輻射がガスの早い流れでBH方向へ引きずられるという光子捕獲現象により抑制されます。コロンビア大学所属の稲吉恒平氏の2016年出版の論文では、光子捕獲現象を考慮した光度モデルを用いて、電離加熱が重要となる Bondi 半径周辺のスケールに着目し、BH降着の1次元輻射流体シミュレーションが行われました。光度モデルとして光度が Eddington 光度で飽和するものが考えられました。このモデルでは電離加熱が抑制され、降着率が Bondi 降着率に達し保たれる (hyper-Eddington 降着する) ことが示されました。しかしながら BH近傍降着に関する多次元シミュレーションの研究では、円盤を介してBH降着が起きる場合には、光子捕獲現象が起きる場合でも光度が Eddington 光度を超えることが示されています。

私の研究では、光度が10-100 Eddington 光度程度で飽和する場合についても hyper-Eddington 降着が実現されるか否かについて明らかにする目的で、Bondi 半径周辺スケ-

ルでBH降着の1次元輻射流体シミュレーションを行いました。シミュレーションでは、連続の式、運動方程式、エネルギー方程式、輻射輸送方程式を、非平衡化学反応、水素・ヘリウムに関する冷却過程、電離加熱や電子散乱を考慮して解きました。輻射輸送については振動数依存性を考慮しました。シミュレーション計算と解析計算の結果、光源の位置が光球の場合には、Eddington光度の100倍まではhyper-Eddington降着が実現され、それ以上の光度では定常な降着が起きないことが明らかになりました。光度がEddington光度を超えるような強い輻射場の下でも、hyper-Eddington降着が可能であった理由として、内向きの力である動圧力がガス重力を補い外向きの輻射力に打ち勝つことが考えられます。このことを検証するため、光学的に厚い球殻モデルを考え、計算により実際に上記の考察が正しいことを示しました。

今回の渡航において得られた成果の一つは、海外の研究会において初めて口頭発表を行い自身の研究を周知したことです。渡航前には念入りにスライドを作成し、発表練習を行い、質問対策を考えました。練習が功を奏し、本番では冷静に発表・質問対応することができました。発表後にはBH降着研究で有名なA. Sadowskiさんが声をかけてくださり、お話することができました。別の成果として、現在私が行っている超巨大BH成長に関する研究について稲吉氏と議論を行うことができたことが挙げられます。現在私の研究では、星団の中心で大質量星を形成後、大質量BHへ崩壊する過程を考えていますが、この大質量星の星の進化がBH形成にどう影響するかについて、有意義な議論を行うことができました。この議論により、私の今後の研究方針を部分的に決めることができたと考えております。

研究会で特に印象に残ったトピックは、M82 X-2というultra-luminous X-ray source (ULX)で近年パルスが観測されたことに関するものです。これまでULXsではパルスは発見されておらず、ULXsはBHへの超Eddington降着か、中間質量BHへの降着で説明できると考えられておりました。しかしながらM82 X-2で初めてパルスが見つかったことにより、中性子星への超Eddington降着でもULXsは説明できるのではないかと考えられるようになりました。関連研究に携わる研究者達によれば、現在のところ、どの説明が正しいかについて決着はついておらず議論が続いております。一つの発見が、従来のサイエンスの常識の見直しを迫る、という点に私は特に心が惹かれました。

最後になりましたが、今回渡航の援助をしてくださいました、日本天文学会 早川幸男基金、並びにその関係者の皆様方に深く感謝申し上げます。