

研究種目：若手研究 (B)

研究期間： 2007年～2010年

課題番号：19740100

研究課題名 (和文) 巨大バイナリーブラックホール探査の新方法

研究課題名 (英文) A new approach for probing binary supermassive black holes

研究代表者

早崎 公威 (HAYASAKI KIMITAKE)

北海道大学・大学院理学研究院・学術研究員

研究者番号：30374218

研究代表者の専門分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学

キーワード：理論天文学

### 1. 研究計画の概要

最近、あらゆる銀河において、バルジの速度分散が大きな銀河ほど質量の大きなブラックホールが存在していることが分かって来た。この関係は、銀河同士の衝突合体の結果、その中心の巨大ブラックホール同士も合体成長するブラックホールの階層的成長を強く示唆している。銀河同士の合体を経て、巨大ブラックホール同士が単一の超巨大ブラックホールへと成長するまでの間、安定したバイナリーを形成する段階が必ず存在する。最近の観測では、はっきりとした確証は得られておらず、バイナリーブラックホールを、どのように検出するかが大きな問題となっている。そこで、バイナリーブラックホールの検出に向けて、理論的な面から新たな方法を提案する。一方で、巨大ブラックホールがバイナリーを形成してから最終的に合体するまで、どのように進化していくかという問題 (ファイナルパーセク問題)、宇宙物理学におけるオープン問題の一つとして知られている。本研究では、この問題に対する解決策も提案していく。

### 2. 研究の進捗状況

#### ①バイナリー検出方法の提案

これまで、バイナリーブラックホールの周囲のガス円盤 (外周円盤) を仮定すると、外周円盤からの降着流によって、各々のブラックホールの周囲に、新たな降着円盤が形成され、系全体で三個のガス円盤が形成される (三重円盤モデル) ことを示した。また、個々のブラックホール周囲の降着円盤からの放出される輻射の光学曲線の時間変動を理論

的に計算することによって、バイナリーブラックホール検出方法の提案も行った。

今回は特に、外周円盤から放射光に注目した。バイナリーと外周円盤との潮汐/共鳴相互作用により、外周円盤に特徴的な波が励起され、周期的に伝播する。すると、密度の周期的な変化が起こり、円盤からの輝線に周期的な変動が見られるようになる。これは、バイナリーブラックホール特有の輝線光であり、バイナリーブラックホール同定方法の一つを与える。

#### ②バイナリーブラックホールの進化

三重円盤モデルに基づいて、バイナリーと外周円盤との力学的相互作用を明らかにし、ファイナルパーセク問題を角運動量輸送問題へと帰着させた。各々のブラックホールへの降着率が Eddington 降着率以下であれば、宇宙年齢内に合体可能であることを示した。

### 3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

理由：数値シミュレーションと解析的な仕事を組み合わせることによって、問題に対する多角的なアプローチが可能になったため。また、非常に未発達な分野であることも手伝って、研究が一步進む度に、新たな研究テーマとして複数の解決すべき問題が浮上するので、研究への動機付けにことかかないため。

### 4. 今後の研究の推進方策

階層的構造形成シナリオに照らすと、サブパーセクスケールでの「近接」バイナリーブラックホールの形成は必然である。しかし、そのような近接バイナリーブラックホール

はこれまで同定されていない。

そこで、X線を中心に電波でバイナリーブラックホールの具体的な検出計画を練り、理論面からサポートを行う。例えば、全天X線監視装置(MAXI)で探査可能な近傍の活動銀河中心核(AGNs)の内、中心がバイナリーである割合を見積り、ターゲットを絞ります。観測的には、MAXIでバイナリーブラックホール候補天体のリストを作成し、X線ではAstro-H、電波ではサブミリVLBIやVSOP-2で近接バイナリーブラックホールの「世界初」の同定を目指す。一方で純理論的には、バイナリーブラックホールの進化から巨大ブラックホールの成長過程を調べる。また、宇宙論的起源の原始ブラックホールを「種」ブラックホールとして巨大ブラックホールまで成長するシナリオの検討も行う。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ① 早崎公威、A new mechanism for massive binary black hole evolution, Publications of Astronomical Society of Japan, 61巻、65-74、2009年、査読有
- ② 早崎公威、岡崎敦男、A new approach for probing circumbinary disks, Astrophysical Journal Letters, 691巻、5-8、2009年、査読有

[学会発表] (計7件)

- ①講演題目：活動銀河中心核における巨大バイナリーブラックホールの質量関数  
発表者名：早崎公威  
会議名：日本天文学会  
場所：広島大学（広島県東広島市）  
開催年月：2010年3月24日  
発表形式：口頭
- ②講演題目：A new approach for probing supermassive binary black holes  
発表者名：早崎公威  
会議名：Workshop on Massive Binary Stars  
場所：北海道大学情報基盤センター  
開催年月：2010年3月17日
- ③講演題目：巨大バイナリーブラックホール

探査に向けて

発表者名：早崎公威

会議名：第三回BH磁気圏勉強会

場所：大阪市立大学（大阪府大阪市）

開催年月：2010年3月3日

発表形式：招待講演

④講演題目：活動銀河中心核における巨大バイナリーブラックホールの質量関数

発表者名：早崎公威

会議名：「巨大ブラックホールと銀河の共進化」ワークショップ

場所：筑波大学（茨城県筑波市）

開催年月：2010年2月19日

発表形式：口頭

⑤講演題目：MAXIで探る巨大バイナリーブラックホール

発表者名：早崎公威

会議名：「2009年度理論懇シンポジウム」

場所：名古屋大学（愛知県名古屋市）

開催年月：2009年12月24日

発表形式：口頭

⑥講演題目：巨大ブラックホールの起源：原始バイナリーブラックホールとその宇宙論的進化

発表者名：早崎公威

会議名：日本天文学会

場所：山口大学（山口県山口市）

開催年月：2009年9月15日

発表形式：口頭

⑦講演題目：A new approach for probing a massive binary black hole

発表者名：早崎公威

会議名：Massive black hole binaries and their coalescences in Galactic Nuclei” Kavil Institute for Astronomy and Astrophysics at Peking University, China

場所：Kavil Institute for Astronomy and Astrophysics in China（中国北京市）

開催年月：2009年7月24日

発表形式：口頭