

平成30年8月2日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人 日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201780097

氏名 木邑 真理子

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

1. 派遣先: 都市名 Durham (国名 英国)
2. 研究課題名 (和文) : 多波長データ解析で探るコンパクト天体周囲の質量降着機構
3. 派遣期間: 平成30年1月7日 ~ 平成30年7月8日 (183日間)
4. 受入機関名・部局名: Durham University・Department of Physics
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

内容: 間欠的な増光 (アウトバースト) を示すことが特徴であるブラックホールX線連星では、アウトバースト中、中心のブラックホール周りに出来る降着円盤からの放射が卓越している。この放射の起源については長年理論的にも観測的にも研究がなされてきたが、円盤内縁部から放射されるX線の起源に比べ、円盤の大部分から放射される可視光・紫外線・赤外線はよく分かっていない。過去の研究から、ジェットやシンクロトロン放射、X線照射などの寄与があることは分かっているものの、それぞれがどの程度効いているのかは定かではなく、特に観測的評価の難しさから、X線照射の影響は長年観測的に調べられてこなかった。しかし、X線照射は熱駆動風を生み出したりすることで円盤外側の質量降着の仕方を変え、また外側領域を長い間高温に保つなど、アウトバースト全体の振る舞いに大きな影響を及ぼすと考えられており、この影響を調べることは重要である。そこで、私たちは、アウトバースト中の可視光・紫外線・赤外線のデータが豊富にあるX線連星 XTE J1859+226の多波長分光スペクトルを、Durham Universityでの指導教員であるChris Done氏が開発した照射が効いた円盤のスペクトルモデルを用いてフィッティングすることで、X線照射の時間変化を詳しく調べ、理論モデルの検証も行った。

状況: ダラム大学では、まずスペクトル解析の手法を学ぶことから始め、XTE J1859+226のアウトバーストにおける5つ全ての同時観測データ (X線から赤外線まで) の分光スペクトル解析を終わらせた。解析がまとまった辺りから結果を論文にまとめ始め、滞在中に指導教員のDone氏と解釈や議論をまとめた。得られた結果は、アウトバースト前期のX線照射はスタンダードなX線照射で説明可能なものの、アウトバースト後期ではスタンダードなX線照射では表現できない可視光・紫外領域の超過成分が出てくるというものである。このアウトバースト後期の変化は、理論的に予測される円盤構造からも外れている。その解釈として、私たちは、アウトバースト後期になると、円盤の外側でスタンダードなX線照射では予測できない非定常な質量降着やイレギュラーな幾何学的構造が発達してくることを示唆し、その起源についても考察した。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

~ 研究成果発表等の見通し ~

- ・現在、成果をまとめた論文をMonthly Notices for the Royal Astronomical Societyに投稿中である。
- ・また、今年の8/6-10にスウェーデンで行われる国際会議 "Time for Accretion 2018" において、研究成果を口頭発表する予定である。

~ 今後の研究計画の方向性 ~

- ・今回の研究で、X線照射はアウトバースト中一定ではなく、X線光度やスペクトル状態に合わせて変化していくものであることが分かった。また、特にアウトバースト後期では、単純な照射は当てはまらないことが分かった。この点に関して、今後研究を続けていく意義がある。アウトバースト後期の円盤の活動性は、その直後に見受けられる未解明の増光現象にも関わっている可能性があり、未知の円盤構造を解き明かすことにも繋がるだろう。また、X線照射がアウトバースト後期に重要な役割を担っているという共通認識にも疑問を投げかける結果も得られたので、そこを解明していく必要もある。X線照射をよりよく理解するためには、照射をコントロールするX線の光度や円盤の高さ方向の構造、円盤の大きさなどと照射強度との関係の時間変化を明らかにすることが大事である。また、未解明の円盤の物理に迫る一歩として、今回の天体で見受けられたような特徴が様々なブラックホール連星に共通のものなのかを調べることも重要であろう。これらを実現するためには、クオリティーの高い可視光・紫外線・赤外線データを様々なX線連星のアウトバースト中に出来るだけ多く集め、X線の同時観測データと共にスペクトル解析すること、X線と可視光の光度曲線の相関を調べ、X線照射の寄与を時系列解析からも調べることが必要である。それ以外にも、スペクトルモデルをイレギュラーな幾何学構造にも対応出来るように改良したり、今回の研究で私たちが重要な働きをしていると示唆した伴星による潮汐効果や円盤風がどの程度円盤外側の構造の変化に関与しているかをシミュレーションで確かめることも大切だろう。具体的な計画として、Hubble Space Telescope (HST)にプロポーザルを申請し、X線衛星との同時観測を実現させる話が持ち上がっている。また、Chandra衛星を用いたX線の吸収線の観測から、スペクトル解析や時系列解析とは別に円盤風の効果を測る計画も進行中である。これについては、Chandra衛星のdirectorとDone氏を交えて話し合い済みである。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

本プログラムでの主目的は、多波長スペクトル解析についてChris Done氏に学び、解析手法を身につけること、Done氏が詳しい円盤内縁部の物理を学び、私がこれまで研究してきた円盤外側の物理と結びつけることであり、それは概ね達成された。私は今まで時系列解析を専門的に行ってきたので、スペクトル解析の手法を学んだことで、使えるツールが増え、研究の幅が広がった。円盤内縁部の物理に興味のあるX線グループと外側の物理に興味のある可視光グループは見ている景色が全く違うことも分かり、その差を埋めようとすることで得られたアイデアもあった。

また、本プログラムのおかげで私は、初めて海外に長期滞在することができた。イギリスの研究スタイルや現地のPhD studentsの働き方、採用のされ方を知ることができ、また、海外での研究職の位置付けや具体的にどのようにして仕事に就くのかについても話を聞くことができ、学ぶことが多かった。

さらに、Durham Universityの天文分野には、Cosmologyを研究する大きなグループがあり、京都大学の天文分野とは異なり、自分の専門分野が少数派だった。そのため、どのようにしたらlarge scaleを扱っている研究者の方々に自分たちの研究の魅力を伝えることが出来るか考えさせられた。それと関連して、自分たちの研究が、天文学という広い枠組みの中でどのような役割を担っているのか、どのように天文学のbig questionsと関係しているのかも考えることになった。将来キャリアを積むためには、自分の研究をアピールすることやたくさんの方が読んで分かるリサーチプロポーザルを書くことが大事だと思うので、そのための良い経験になった。専門分野が異なる沢山のPhD studentsやポスドクの方と知り合いになれたのも、今後の私の大きな財産となるだろう。

その他、滞在中、イギリスのSouthampton UniversityやCambridge Universityにも訪問し、たくさんの研究者と交流したり、共同研究者と直接議論したりできた。海外にある沢山の研究室の様子を直接伺える機会はなかなかないので、これは長期滞在を許可してくれる海外挑戦プログラムならではの経験だと思う。今後の職を考える上でも大変参考になった。