

銀河系中心の近赤外線観測による星分布と X 線分布の比較

京都大学大学院 理学研究科 宇宙物理学教室 修士二回生
安井一樹

1 概要

銀河系にはガスが多く活発に星形成する薄く広がったディスク、ほとんどガスがなく古い星ばかりの楕円体のバルジという従来知られていた成分に加え、中心に Nuclear Bulge という別の成分があることがわかってきた。この Nuclear Bulge は中心に輝度が集中し、銀経方向は半径約 1.5° に広がった成分で、若い星も存在しているが、Nuclear Bulge の過去の観測の分解能は約 0.7° と悪く、星そのものの数分布は得られていない。また、銀河系中心には広がって観測される X 線放射の問題があり、その起源には、真に広がったプラズマと、暗くて分解できない多数の X 線星 (主に激変星) という二つの説がある。この X 線分布を近赤外線で見られる星分布と比較すると、X 線の起源を探ることができると考えられる。本研究では、南アフリカにある 1.4m 望遠鏡 IRSF と SIRIUS を用いて、銀河系中心 $5^\circ \times 2^\circ$ の領域を $1.2''$ という高分解能で近赤外線 J・H・Ks3 バンドの同時測光観測をしたデータを用いた。このデータから星間減光を補正し、銀河系中心での“星そのもの”の分布を 1 平方分角あたりの星の個数密度として求めた。その結果、銀河系中心に星が集中して存在し、銀経方向 3° 、銀緯方向 1° に広がった平たい楕円形の分布が得られた。その星分布と X 線分布を銀経 $l = 2^\circ$ 付近を基準にして比べると $|l| < 1^\circ$ では X 線分布に超過があるように見え、銀河系中心に真に広がったプラズマが存在して X 線を放射しているのではないかと考えられる。

2 銀河系中心について

近赤外線 $4.9\mu\text{m}$ の観測から、銀河系中心に楕円形をした強度分布が見つかった。これは銀河系中心での星の分布を示しており、中心に星が集中し、銀経方向に半径 1.5° の広がりを持っている。この構造は Nuclear Bulge と呼ばれ、進化した星に加えて若い星や大質量星も存在している。しかし、 $4.9\mu\text{m}$ での観測は分解能が約 0.7° と悪いため、Nuclear Bulge の強度分布しか分かっておらず、星そのものの分布は得られていない。

もう一つ銀河系中心で知られていることに、銀河系中心方向で銀河面に沿って広がって観測されている X 線放射の問題がある。この X 線放射のスペクトルを見ると Fe XXV $K\alpha$ や Fe XXVI $K\alpha$ という高階電離の輝線を持っており、現在この X 線放射の起源として 2 つの説があげられている。1 つ目は銀河系中心に真に広がった 1 億 K のプラズマが存在しているというものである。その場合、エネルギー源は超新星爆発と考えられますが、そうすると 10 年に 1 個の割合で超新星爆発が必要になり、またこのプラズマは超新星残骸 ($< 5 \times 10^7 \text{K}$) よりも高温になっていることが問題点となっている。2 つ目は暗くて分解できていない X 線星の重ね合わせによるというものである。このような天体からの X 線スペクトルには鉄の高階電離の輝線が存在しているが、その典型的な等価幅は銀河系中心からの X 線のものより小さく観測を説明できていない。

3 研究の目的

銀河系中心の星の分布はまだよく分かっていないが、その原因としてあげられるのが、銀河系中心方向には多くのダストが存在し、可視光では $A_V \sim 30\text{mag}$ という強い減光を受けてしまうためである。また、これまでに行われていた観測は分解能が悪く、星そのものの分布は得られなかった。そこでこの研究では、可視光よりも減光を受けにくい近赤外線を用いた高分解能の観測データから、銀河系中心の“星そのもの”の分布を調べた。

また、GDXE の起源に挙げられている X 線星は主に激変星が考えられ、その激変星は白色矮星と赤色巨星や主系列星との連星なので、銀河系中心付近に多く存在する赤色巨星の分布を知ることで、赤色巨星に対して一定の割合で存在する激変星の分布がわかると考えられる。一方、赤色巨星は近赤外線によく見えるので、近赤外線による星分布で激変星の分布をトレースできる。Fe XXV K 輝線分布が星の分布を超過するかどうか比較することで、超過すれば X 線放射は真に広がった高温プラズマ起源であり、超過せず一致すれば X 線放射は X 線星起源であると判断することができる。そこで、今回の近赤外線の高分解能観測による“星そのもの”の分布を Uchiyama et al. (2011) による銀河系中心の Fe XXV K 輝線分布と比べて、GDXE の起源に迫ることができる。

4 データ解析

用いたデータは、IRSF/SIRIUS による銀河系中心の星の近赤外線 J($1.21\mu\text{m}$)・H($1.65\mu\text{m}$)・Ks($2.15\mu\text{m}$) 同時測光データで、範囲は銀河系中心 $5^\circ \times 2^\circ$ ($\sim 750\text{pc} \times 300\text{pc}$)、Seeing は $\sim 1.2\text{arcsec}$ である。

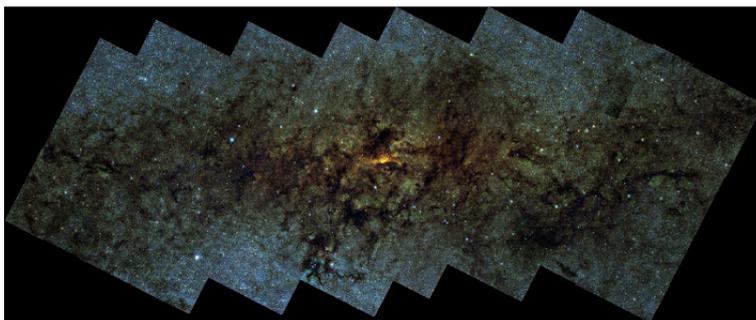


図 1: 銀河系中心 $5^\circ \times 2^\circ$ の J・H・Ks バンド三色合成画像

このデータから太陽近傍にある前景の星を除去した後、Nishiyama et al. (2006) に示された銀河系中心の減光則を用いて減光補正を行った。補正後の星の光度分布を見て、Ks バンドで 10.5 等より明るい星を選んで、1 平方分角ごとの星の数として分布を求めた。

5 結果・考察

得られた1平方分角あたりの星の数の分布が図2である。中心付近に星が集中し、その周りに平たい楕円形の形で星が徐々に減少していることが分かる。ところどころ星が少なくなっているところが見られるが、これは濃い分子雲があって強く減光を受けたことで、受かった星の数が本来あるはずの星の数より少なくなったためと考えられる。

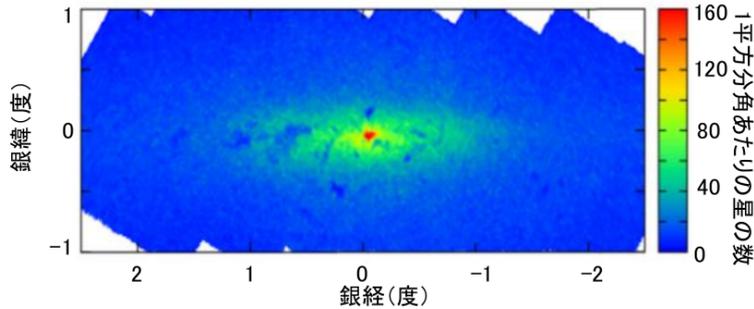


図 2: 銀河系中心 $5^\circ \times 2^\circ$ の J・H・Ks バンド三色合成画像

この星分布を Fe XXV $K\alpha$ 輝線分布 (Uchiyama et al. 2011) と比較したのが図3である。銀緯 $-0^\circ.046$ を中心に銀緯方向 $0^\circ.2$ の範囲の Fe XXV $K\alpha$ 表面輝度を銀経方向分布で見たものを近赤外線の星分布と銀経 2° 付近で合わせて比較したものである。銀経 1° 以内では Fe XXV $K\alpha$ 輝線の分布が星の分布を超過していることが分かる。このことから、銀経 1° 以内には X 線星以外に真に広がった1億 K のプラズマが存在していると考えられる。

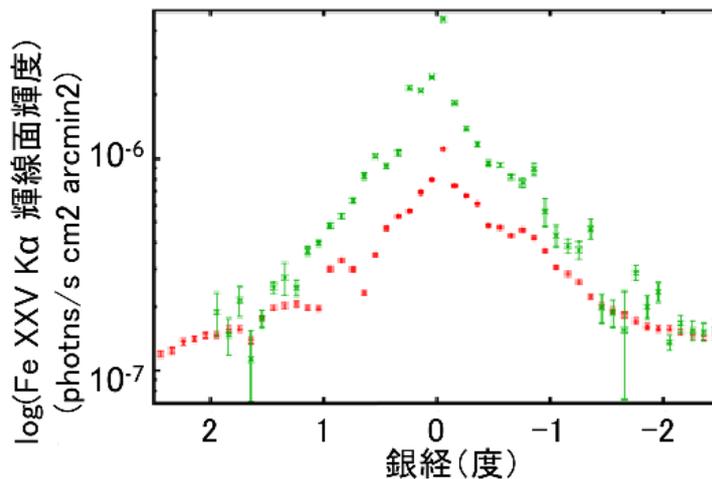


図 3: 銀河系中心 $5^\circ \times 2^\circ$ の J・H・Ks バンド三色合成画像

今後、星分布に confusion の影響があるのかどうかを確認したうえで、それぞれの分布がどのような関数

で表されるかを調べて、星と Fe XXV $K\alpha$ 輝線分布が異なることを明確にしたい。

参考文献

- [1] Uchiyama et al. PASJ, 63, S903 (2011)
- [2] Launhardt et al. A&A, 384, 112 (2002)
- [3] Nishiyama et. al. ApJ, 638, 839 (2006)