

中間赤外線で大きな増光を示した天体

小野里 宏樹 (東北大学大学院 理学研究科)

Abstract

IRAS、AKARI、WISE の point source catalogue (PSC) を比較し、これらの衛星の観測時期の差である 20-30 年間に中間赤外線ですばやく増光した天体を 5 天体発見した。これらの天体は、1 天体を除き先行研究がほとんどなされておらず、正体が不明である。ただ、これらの天体は中間赤外線ですばやく明いため、ダストを豊富に持つ young stellar object (YSO)、または漸近巨星分枝 (AGB) 星であると考えられる。また、特に正体が AGB 星である場合、星の光度変化では説明できない大きな増光が見られた興味深い天体も発見した。現在のところこれらの天体の正体を議論するにはデータが不足しているため、正体を突き止めるためには今後観測データを増やしていかなければならない。

1 Introduction

IRAS、AKARI、WISE はそれぞれ 1983 年、2006 年、2009 年に打ち上げられた赤外線天文衛星であり、IRAS は 12、25、60、100 μm 、AKARI は 9、18 μm 、WISE は 3.4、4.6、12、22 μm でそれぞれ全天を観測した。この内、IRAS の 12 μm 、AKARI の 9 μm 、WISE の 12 μm 、および IRAS の 25 μm 、AKARI の 18 μm 、WISE の 22 μm はほぼ同じ波長帯の観測である (図 1、図 2 参照)。したがって、これらの PSC を比較し、中間赤外線ですばやく IRAS と AKARI、WISE が観測した時間の差 20-30 年間に大きく増光した天体が存在しないか調べた。

2 ターゲット天体の選出

以下の二つの条件のどちらかを満たし、なおかつ IRAS の 12 μm と 25 μm の Flux quality¹が 3 であり、IRAS のデータの信頼性が高く、増光が現実のものであると考えられる天体を今回取り扱う天体として選出した。

- 条件 1

$$\frac{\text{Flux}(\text{AKARI } 9\mu\text{m})}{\text{Flux}(\text{IRAS } 12\mu\text{m})} > 10$$

$$\frac{\text{Flux}(\text{WISE } 12\mu\text{m})}{\text{Flux}(\text{IRAS } 12\mu\text{m})} > 10$$

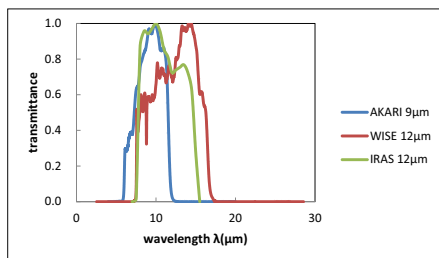


図 1: IRAS 12 μm 、AKARI 9 μm 、WISE 12 μm の filter の透過率

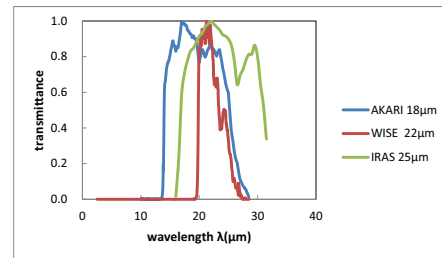


図 2: IRAS 25 μm 、AKARI 18 μm 、WISE 22 μm の filter の透過率

¹IRAS の Flux quality は 1-3 まであり、3 は high quality のデータ、2 は moderate quality のデータ、1 はデータが上限値であることを表す。

上の二つのどちらかを満たすもの

- 条件 2

$$\frac{\text{Flux}(\text{AKARI } 18\mu\text{m})}{\text{Flux}(\text{IRAS } 25\mu\text{m})} > \sqrt{10}$$

$$\frac{\text{Flux}(\text{WISE } 22\mu\text{m})}{\text{Flux}(\text{IRAS } 25\mu\text{m})} > \sqrt{10}$$

上の二つの両方を満たすもの

図 3、図 4 に、横軸が AKARI と IRAS のそれぞれの波長におけるフラックス比、縦軸が天体数のヒストグラム、図 5、図 6 に、横軸が WISE と IRAS のそれぞれの波長におけるフラックス比、縦軸が天体数のヒストグラムを示した。今回の選出条件を満たすものは、赤く塗りつぶした。

今回は増光した天体のみを扱い、減光した天体については扱わない。なぜなら、IRAS は AKARI や WISE に比べて空間分解能が非常に悪く (表 1 参照)、AKARI や WISE では独立して検出できた天体を一つの天体だと見なし、天体を明るく見積もってしまったために減光が見られるという非物理的な減光が考えられるからである。

以上のように条件を設定し、IRAS の PSC の 245,889 天体、AKARI-WISE の PSC の 864,306 天体の中から 5 天体を選出した (表 2)。図 7-11 には、選出した 5 天体の spectral energy distribution (SED) を載せた。SED にエラーバーは描かれているが、ほとんどのものはマークより小さく、今回見られた増光が有意なものであることがわかる。

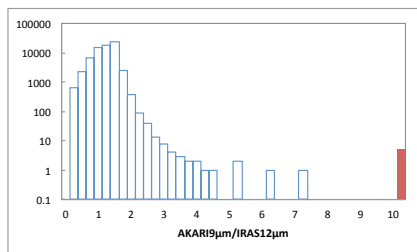


図 3: AKARI 9 μm と IRAS 12 μm の flux 比

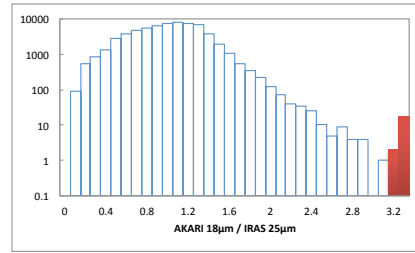


図 4: AKARI 18 μm と IRAS 25 μm の flux 比

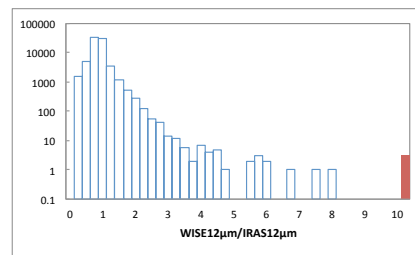


図 5: WISE 12 μm と IRAS 12 μm の flux 比

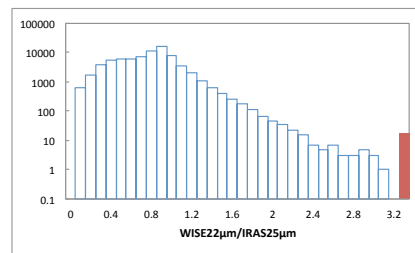


図 6: WISE 22 μm と IRAS 25 μm の flux 比

	IRAS	AKARI	WISE
空間分解能	4.5' × 0.7'(12 μm)	5.5''(9 μm)	7.36'' × 6.08''(12 μm)

表 1: IRAS、AKARI、WISE の空間分解能

3 議論

中間赤外線で大きな増光が見られたのは今回が初めてである。今回選出した 5 天体の内、IRAS 20568+5217 はよく研究されていて、FUor という種類の変光星であることが知られているが、その他の天体は論文がほとんど、あるいは全く出っておらず、現在のところ、増光の原因はわかっていない。ただ、これらの天体は中間赤外線で見られるので、ダストを豊

	IRAS 16241-4720	IRAS 19574+4941	IRAS 20568+5217	IRAS 22343+7501	IRAS 23289+6115
Flux(AKARI 9 μ m)	4.4	2.4	25.4	3.3	5.2
Flux(IRAS 12 μ m)					
Flux(WISE 12 μ m)	10.4	2.4	54.5	12.1	4.0
Flux(IRAS 12 μ m)					
Flux(AKARI 18 μ m)	3.9	3.2	7.9	1.3	5.1
Flux(IRAS 25 μ m)					
Flux(WISE 22 μ m)	5.2	3.3	11.3	3.1	3.9
Flux(IRAS 25 μ m)					

表 2: 選出した天体のそれぞれの波長における flux 比

富に持つ天体であると考えられ、正体は、YSO、または AGB 星が考えられる。また、中間赤外線増光しているのが星ではなく、その周りのダストに関する変化が起こったと考えられる。AGB 星の場合、全放射等級での変光は 1 等程度である (Ita et al. (in prep.))。そのため、星の光度の変化は最大でも 2.5 倍程度までであるが、今回発見した天体の中には赤外線での flux が 4-10 倍になっているものもあり、それらの天体の正体が AGB 星である場合、星の光度変化で説明できず、非常に興味深い。以下で、個々の天体について述べる。

3.1 IRAS 16241-4720

中間赤外全体で大きな増光が見られ、特に WISE の 12 μ m で 10 倍以上の大きな増光が見られた。この天体は既知の星形成領域に属していないので、その正体が AGB 星は AGB 星であると考えられる。

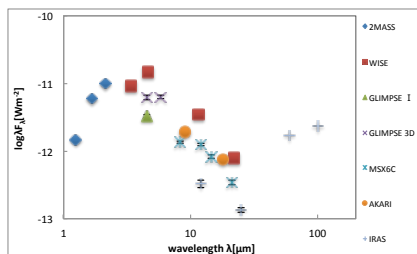


図 7: IRAS 16241-4720 の SED

3.2 IRAS 19574+4941

今回選出した天体の中では比較的小さいが、全体で 2-3 倍の増光が見られた。この天体も既知の星形成領域に属していないので、正体は AGB 星であると考えられる。

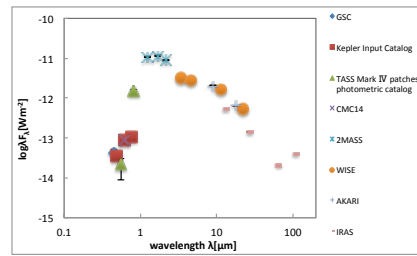


図 8: IRAS 19574+4941 の SED

3.3 IRAS 20568+5217

中間赤外線増光で全天の中で最も大きな増光が見られた天体である。先行研究から、この天体はオリオン座 FU 型星²(FUor) という種類の変光星であることが知られている。可視光線での増光は既に知られていたが、中間赤外線や遠赤外線での増光は、今回初めて発見されたことである。また、SED(図 9)を見ると、中間赤外線だけでなく、遠赤外線でも大きく増光していることがわかる。遠赤外線では光学的に厚くなることは考えにくく、星の周りのダストの増加では増光を説明できないので、この天体は非常に興味深い天体である。

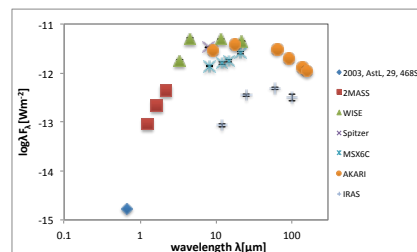


図 9: IRAS 20568+5217 の SED

²突然に強い増光 (最大 6 等) が見られる前主系列星。突然の増光は、降着円盤からの大量の質量降着 ($\approx 10^{-4} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$) が原因であると考えられている。(Beltran et al. (2001))

3.4 IRAS 22343+7501

主に WISE の $12\mu\text{m}$ で大きな増光 (12.1 倍) が見られた。Cepheus flare region という星形成領域に属していること、また星の周りに明るい星雲が見られることから、その正体は YSO であると考えられる。

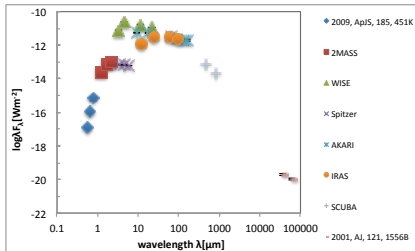


図 10: IRAS 22343+7501 の SED

3.5 IRAS 23289+6115

中間赤外全体で 4-5 倍という大きな増光が見られた。Kholopov et al. (1978) で既に変光星であることが知られていたが、それ以降に詳細な研究はなされていないため、正体は不明である。この天体も既知の星形成領域に属していないので、正体は AGB 星であると考えられる。

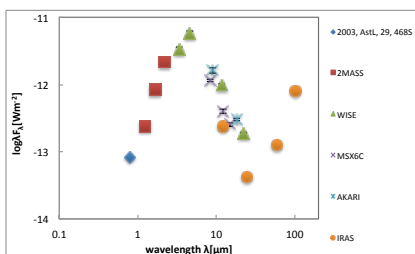


図 11: IRAS 23289+6115 の SED

4 今後の研究

南天の天体 IRAS 16241-4720 については、南アメリカ共和国サザランド天文台の IRSE/SIRIUS を用いて近赤外のモニター観測を開始し、近赤外線でも

変光していることが確認された。また、東京大学アタカマ天文台 (TAO)1m 望遠鏡で中間赤外線の撮像観測も行う予定である。

北天の天体については、岡山天体物理観測所の柳澤氏との共同研究の下、近赤外モニター観測を実施する予定である。また、すばる望遠鏡の COMICS のプロポーザルや岡山天体物理観測所の ISLE のプロポーザルも提出済みである。

これらの一連の観測によって、中心星及び星周ダストの性質を明らかにし、中間赤外域での大幅な増光の物理的原因を探っていきたい。

5 Conclusions

中間赤外線で増光した天体がないか調べた結果、5 天体を見つけた。これらの天体について 1 天体を除き先行研究がほとんどなされていないため、増光の原因を議論するにはデータが不足している。中間赤外線で増光が見られたため、星の周りのダストに何か変化が起こったものであると思われるが、その詳細を知るためには、これらの天体について観測データを増やさなければならない。

Reference

- Beltran, M. T., Estalella, R., Anglada, G., Rodriguez, L. F., & Torrelles J. M. 2001, AJ, 121, 1556
- Ishihara, D. et al. 2010, A&A, 514, 1
- Ita, Y. et al. in preparation
- Kholopov, P. N., Kukarkina, N. P., & Perova, N. B., 1978, IBVS, 1414, 1
- Kun, M., Balog, Z., Kenyon, S. J., Mamajek, E. E., & Gutermuth R. A., 2009 ApJS, 185, 451
- Mainzer, A. K., Eisenhardt, P. E., Wright, E. L., Liu, F. C., Irace, W. Heinrichsen, I., Cutri, R., & Duval, V., 2005, SPIE, 5889, 262
- Skrutskie, M. F. et al. 2006, AJ, 131, 1163
- Vittone, A. A., & Errico, L., 2005, MmSAI, 76, 320