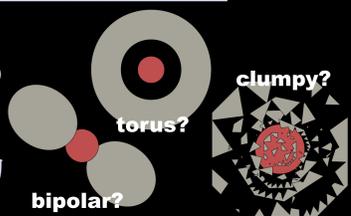


突発天体 Optical Transient

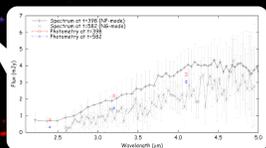
近赤外線後期撮像観測によって明かされた
激変星周囲でのダスト形成の描像

2008年5月15日に銀河 NGC300 に発生したこの天体は新星と超新星のちょうど中間の明るさを持つ。爆発機構すら十分に理解されていないが、ダストが形成された可能性があるため、「あかり」によって継続的な後期観測が実施された。



NGC300

NGC300-OT

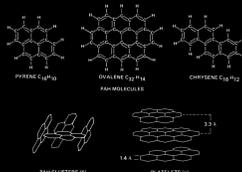


左図:「あかり」によって撮像された銀河NGC300と突発天体 NGC300-OT. 上図は2回の観測によって得られた測光値とスペクトル.

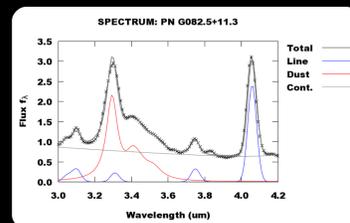
その結果、周囲に存在するダストは非常に密集して分布していることがわかった。一方で中心星からの光は減光を受けていないことから、形成されたダストの分布は球対称から大きく外れていたことが示唆される。

(Ohsawa et al., 2010)

赤外線域には右の図に示すような Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) と呼ばれる炭素質のダストによると考えられる放射バンドが観測されている。このバンドの形状やバンド強度の比は PAH の状態を反映している。



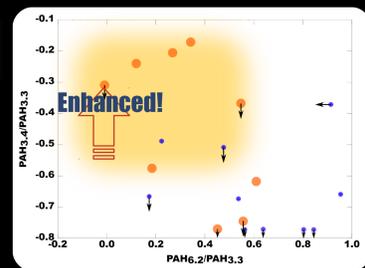
Ref. Allamandola et al., 1989



上図:「あかり」による惑星状星雲 PNG 082.5+11.3 の近赤外スペクトル。3.3μm および 3.4μm 付近に PAH 由来であると思われる放射バンドが検出されている。

PAH のダスト変性の様相を捉えるべくあかりは、銀河系内の惑星状星雲に対し近赤外分光観測をおこなった。その結果、より進化した惑星状星雲では 3.4μm に存在するバンドが相対的に強く検出されることが初めて発見された。

(Ohsawa et al., in prep.)



左図:ダストのバンド放射強度比をプロットしたもの。オレンジ色の点は青色の点に比べてより進化した惑星状星雲を表す。より進化した惑星状星雲では典型的に 3.4μm のバンド放射が強く検出されている。

赤外線天文衛星

「あかり」

多様な

が明らかにした

惑星状星雲 Planetary Nebular

ダストが持つ性質のより深い理解を求めて
近赤外分光観測で探る炭素系ダストの変性

星周・星間ダスト環境

大澤亮, 尾中敬, 左近樹, 下西隆, 梅畑豪紀, 野沢貴也, 田中雅臣(東京大学), 金田英宏(名古屋大学), 白井文彦 (ISAS/JAXA), 岡田陽子(ケルン大学), Bon-Chul Koo, Ji Yeon Seok (ソウル大学), Ho-Gyu Lee (トロント大学), ISMGN グループ

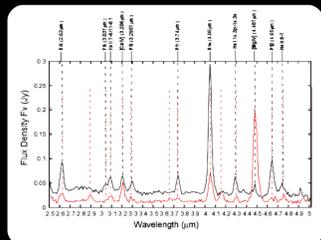
星間物質を研究するにあたり、恒星などの星状天体が星間ダストに与える影響は大変重要であり看過することはできない。赤外線天文衛星「あかり」ではこれまでこのような星状天体の周囲に存在するダスト、あるいは星状天体からの相互作用を受けたと考えられる星間物質について積極的に観測をおこなってきた。本発表では「あかり」によって取得された若い星状天体、惑星状星雲、新星、超新星、および超新星残骸の観測結果を紹介する。

新星

「あかり」の近赤外分光で探る新星爆発の
赤外線進化およびダスト環境

Nova

新星とは白色矮性の表面で発生する熱核暴走過程である。いくつかの天体においてダスト形成の兆候が報告されている。「あかり」では V2468 CYGNI と V1280 Sco にて後期近赤外分光観測をおこなった。

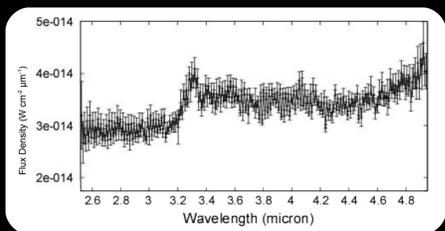


上図: V2468 CYGNI の近赤外スペクトル。黒色の線が爆発から約 240 日後、赤色の線が爆発から約 420 日後のスペクトル。

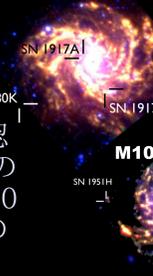
右図: 爆発から約 940 日後の V1280 Sco の近赤外スペクトル。右上がりの連続光成分に加えて 3.3μm に強いバンド放射がある。長波長側に広がる裾野を持っており、新星爆発に伴い水素化無定形炭素 (Hydrogenated Amorphous Carbon) が形成されたことを示唆する。

V2468 CYGNI (左図) ではダスト形成は確認できなかったものの、2 回の観測によって新星の赤外線進化を追うことに成功した。一方で、V1280 Sco (下図) については新星の周囲で炭素系のダストが形成されている証拠を掴んだ。

(Sakon et al., 2011)



NGC6946

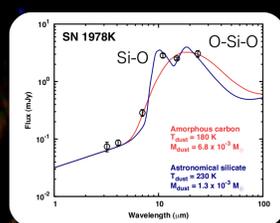


NGC1313

SN 1962M

宇宙のダスト進化史を説明するためには超新星は $\sim 0.1 M_{\text{Sun}}$ のダストを生成していなければならないが、これまでの観測から得られている超新星によるダストの生成量はそれを大きく下回っている。

一方、超新星残骸では大量のダストが観測されている。このリンクをつなぐため「あかり」は“過去”の超新星を観測することにより、そのダスト環境を明らかにした。

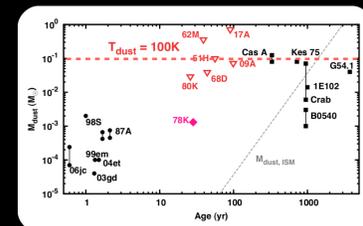


SN 1978K

合計で 7 つの“過去”の超新星を探査。その結果、超新星 1978K を発見し、ダストの組成を求めることに成功した。この観測は 2017 年打ち上げ予定の次世代赤外線天文衛星 SPICA に引き継がれ、超新星によるダストの形成に決着をつける。

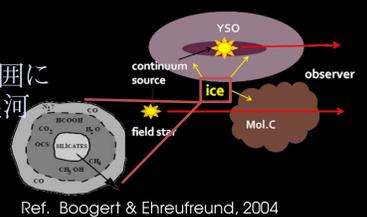
(Tanaka et al., 2011)

下図: 超新星及び超新星残骸の年代と生成したダスト量の関係。赤色で示された点は「あかり」によって明らかされた過去の超新星のダスト量を表している。



生まれたばかりの星の周りでは、様々な種類の分子が氷 (固体) として豊富に存在しており、これらは星・惑星の材料として大変重要である (右図)。

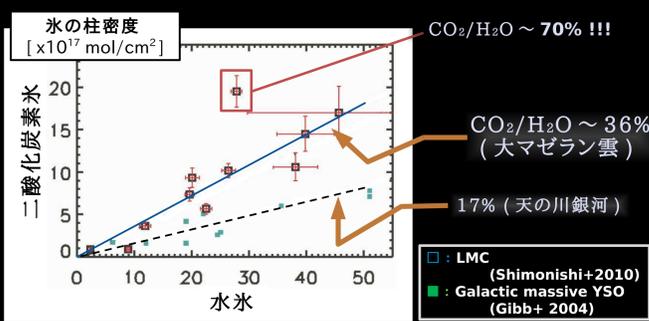
我々があかりを用いた観測により、若い星の周囲にある氷の系統的な研究を、世界で初めて他の銀河 (大マゼラン雲) にある星に対しておこなった。



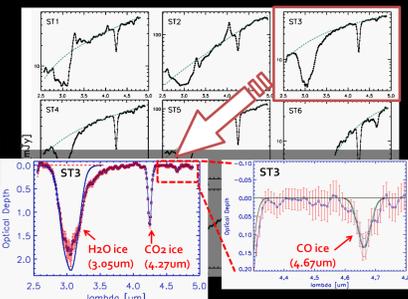
Ref. Boogert & Ehrenfreund, 2004

その結果、星・惑星の材料となり得る物質の化学状態が他の銀河では系統的に異なるということを発見した。

(Shimonishi et al., 2010)



上図: 若い星の周囲に存在する水、及び二酸化炭素氷の柱密度の比較。大マゼラン雲では二酸化炭素氷の割合が高く、若い星の化学状態が天の川銀河のそれとは違うことが明らかになった。



上図:「あかり」により取得された銀河系外の若い天体の近赤外スペクトル。氷による吸収バンドが検出されている。

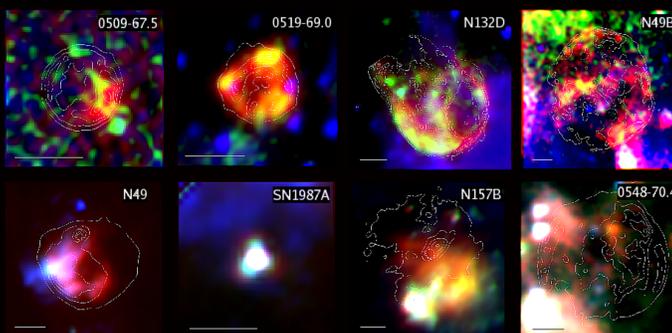
宇宙物質循環のエッセンス 大質量星の最期、超新星残骸の観測

我々の銀河に付随する銀河である大マゼラン雲は星間物質の研究に適している。これまで「あかり」は大マゼラン雲の大規模なサーベイ観測をおこなってきた。そのなかで、下図に見られるように 8 つの超新星残骸の詳細な構造を赤外線ですべて明らかにすることに成功した。

超新星爆発は多くの重元素を宇宙空間にもたらすとともに、衝撃波によって星間ダストの破壊を引き起こす。星間物質の進化・循環を考えるにあたって重要な要素である。

「あかり」に固有な 11, 15μm のデータはダスト進化を解き明かすための鍵となる情報を提供してくれる。さらなる研究によって、超新星残骸それ自体と超新星残骸が星間物質へもたらす影響への理解が飛躍的に進歩するだろう。

(Seok et al., 2008)



左図:「あかり」による 7 (青), 11 (緑), 15 (赤) μm のカラーイメージ。白の等高線はチャンドラー衛星による X 線放射を表している。シェル状の構造は、超新星爆発による衝撃波が、星間物質を掃き集めたものと考えられる。X 線と赤外線の強度は強い相関を示しており、このことは、X 線を放出する高温のガスによって温められたダストによって赤外線が放出されていることを示唆している。

「あかり」近赤外分光によって明らかになった 他の銀河にある若い天体の化学状態

原始星

Young Stellar Object