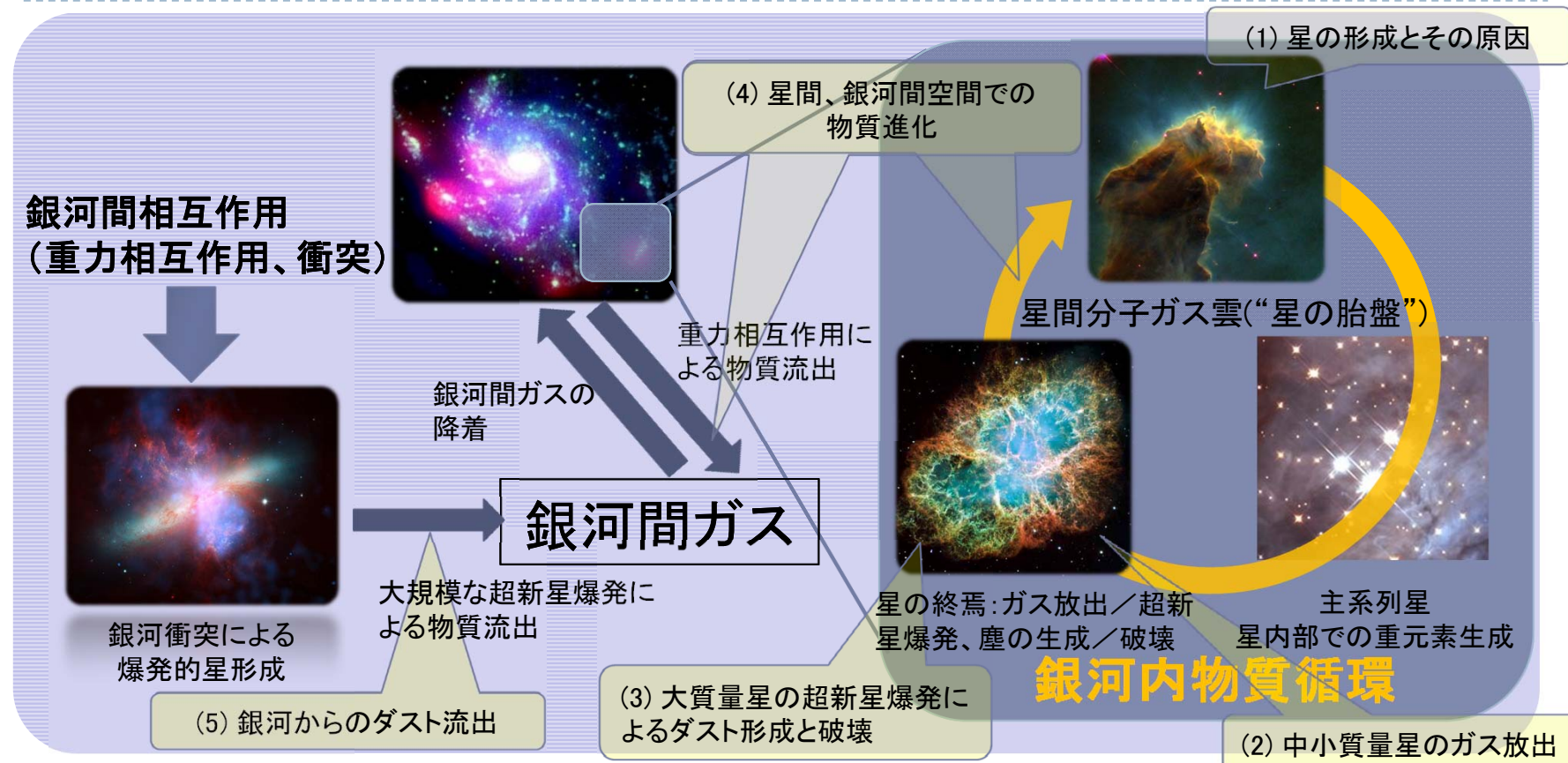


3.2 天文学研究の成果

(5) 研究成果(宇宙の物質循環と銀河進化)



宇宙での基本構成要素は銀河である。それゆえ、銀河の成長(銀河進化)を解明することは、今日までの宇宙の進化を理解することを意味する。また、銀河の基本構成要素は星であり、星の誕生と終焉により、銀河の光度や重元素量などが複雑に変化していく(銀河の光度進化・化学進化)。上図は、宇宙での物質(ガス、ダストや有機物)の循環を表したものである。ダストや有機物の素である重元素は星の内部で作られ、それらが銀河円盤内や銀河間で循環が起きることで銀河は進化し、やがて人類の誕生へ至ると考えられている。重元素生成工場である星はどのような環境下で生まれるのか?ダストや有機物はどのようにして生成・破壊が起きていくのか?物質循環の追跡は、銀河進化を理解するための現代天文学の重要なテーマの一つであると言える。こうしたテーマを取り組むためには、幅広い空間スケールでの議論が必要不可欠である。これを最大限に可能にするのが、高品質な全天サーベイ観測および指向観測データを有する「あかり」である。

3.2 天文学研究の成果

(6) 研究成果(星の形成- 銀河スケールから0.3光年スケールまで-) (1/2)



大質量星がガスを吹き払い圧縮することによる星形成の連鎖(数百光年スケールの探査)

100光年もの大きさの空洞の中央部分で第一世代の星が誕生し、その星が星間物質を掃き集め、空洞周囲(IC4954, 4955付近)で第二世代の星が誕生した。さらにIC4954, 4955領域の中で、第三世代の星が連鎖的に誕生している証拠を捉えた。
Ishihara et al., PASJ, 59, S443, (2007)



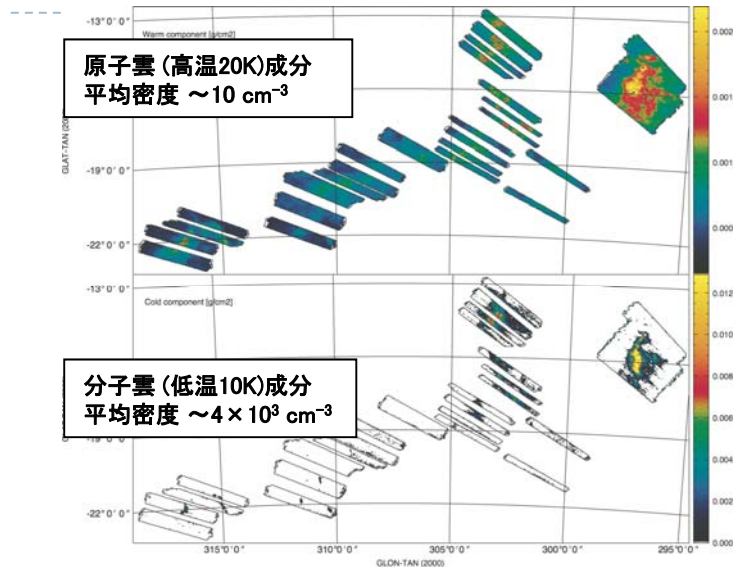
銀河円盤へのガス降着による誘発的星形成の物理過程の解明(数万光年スケールの探査)

M101銀河円盤への高速ガス降着による爆発的星形成の誘起。銀河外縁部の赤く示した領域が、星形成により加熱された塵(50-60 K)の分布を示す。
今後、「あかり」全天サーベイ観測データを利用することで、銀河サンプルが増え、銀河の形態別・環境別の系統的研究へが期待される。Suzuki et al., (2010), A&A, 521, 48, Suzuki et al., PASJ, 59, S463, (2007)

3.2 天文学研究の成果



(6) 研究成果(星の形成- 銀河スケールから0.3光年スケールまで -) (2/2)



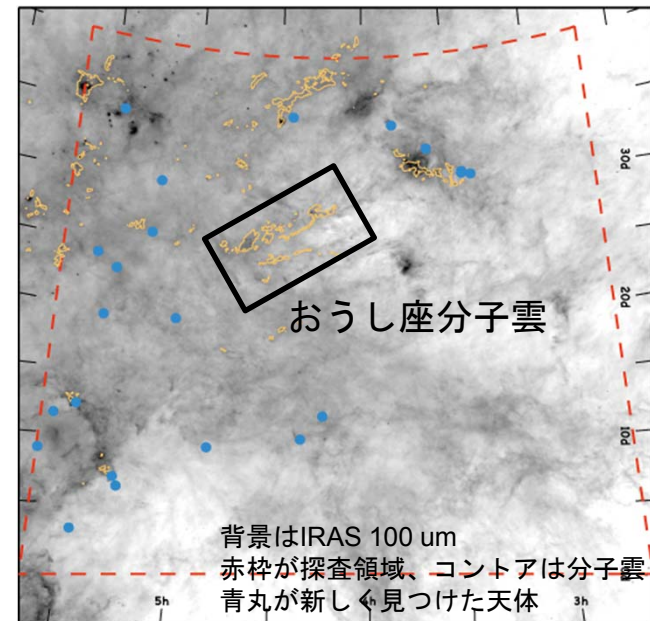
星の母体である分子雲の形成メカニズムを明らかに (10 - 100 光年スケールの探査)

星形成領域カメレオン座の遠赤外線マップから、原子(HI)雲/分子(H₂)雲成分の温度を測定。同領域で初の全域にわたる原子雲/分子雲柱密度マップを得ることに成功。希薄な原子ガス雲は全域一様に広がっているのに対して、星を生み出す分子ガス雲は限られた場所にのみ存在している。一様な原子雲は、過去の超新星爆発による熱不安定性で形成できる一方、引き続いてコンパクトな分子雲を形成するには星間乱流の散逸と重力不安定性による収縮を経る必要があることを初めて示した。

Ikeda et al. (2012), ApJ, 745, 48

大きな分子雲に付随せず、孤立して形成する星々の存在 (数100光年スケールの探査)

若い星は、その母体である分子雲周辺に密集しているが、そこから数光年以上離れた場所にも存在することが知られていた。このような孤立した若い星の探査を、「あかり」の中間赤外線全天サーベイを用いることで、分子雲から数10 - 100 光年離れた領域まで延伸した。探査領域(1800平方度)内で新たに23個の若い星を発見したが、これらは既知の分子雲から遠く離れて分布している。分子雲から孤立した天体の起源は、母体となった分子雲は大きさが1光年程度と小さかったために分子雲自体がすでに散逸したと考えられる。「あかり」の結果は、小さな分子雲での星形成はレアケースではなく、より一般的な星形成の理解のためにはこのような種族も考慮する必要があることを示している。今後は全天に範囲を拡大させる。



Takita, S. (2011), 博士学位論文

3.2 天文学研究の成果

(7) 研究成果(中小質量星のガス放出とダスト形成)



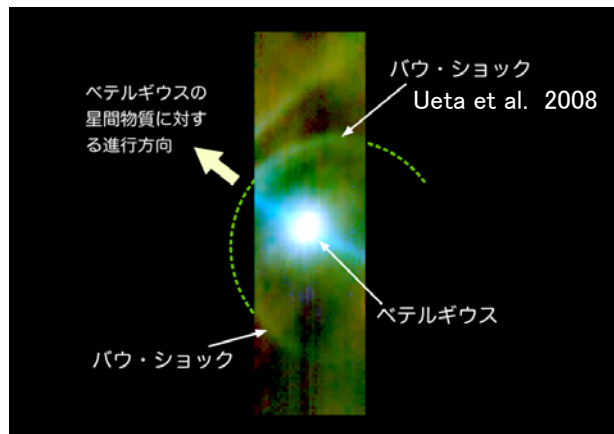
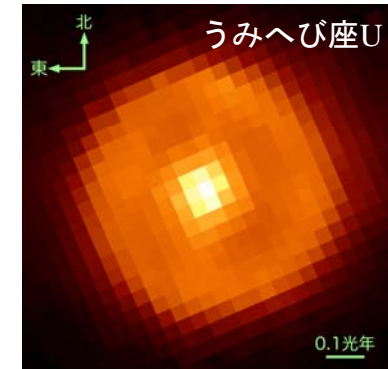
質量放出星のダストシェルの遠赤外線観測

140天体を観測して、以前のサンプル数を10倍の規模に拡大(約半数の星の周囲に広がったダストシェルを検出)。小・中質量星の進化最末期における、質量放出の履歴を系統的に研究。

(上図) うみへび座U星の星周ダストシェル構造を詳細に解析し、このシェルが、たかだか千年ほどの間に地球30個分ほどのダストと、その100倍ほどのガスが一気に放出されて作られた事を導いた。このような短期間の激しい放出は、恒星進化末期に起きるヘリウム殻フラッシュに起因している可能性が高い。Izumiura et al. A&A, 528, 29, (2011)

(下図) ポンプ座U星を取り囲むダストシェルの、中間赤外線画像の取得に世界で初めて成功。高い空間分解能を生かし、ダストシェルの構造を今までにない詳しさを調べた。遠赤外線観測の情報を合わせて解析することで、ダストシェルの温度分布を高い精度で決定。その結果、この星のダストシェルが、大きく異なる温度を持つ二層の構造を持ち、さらに二つの層で塵の固体微粒子の大きさに違いがあることを明らかにした。

Arimatsu et al., ApJ, 729, L19, (2011)



星周物質と星間物質の相互作用の発見

膨張する星周ガス・ダストが、星間物質の流れと相互作用し、パウショック(弧状衝撃波)が生じていることを発見。

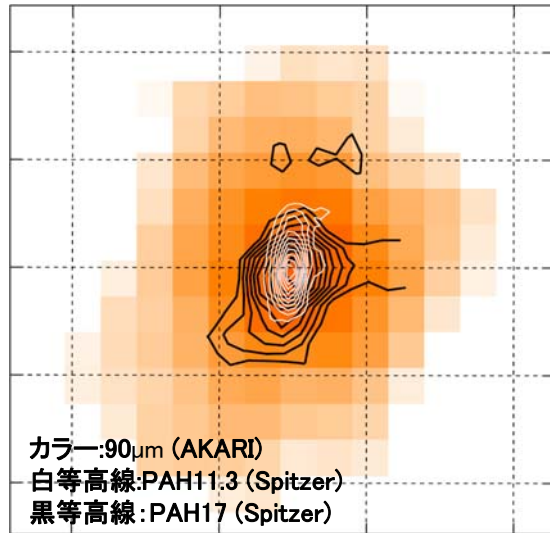
星からの質量放出の情報のみならず、星間物質の状態を三次元的にとらえる新しい手段を初めて確立。Ueta et al., A&A, 514, 15, (2010), Ueta et al., PASJ, 60, S407, (2008)

3.2 天文学研究の成果

(8) 研究成果(星間物質の進化)



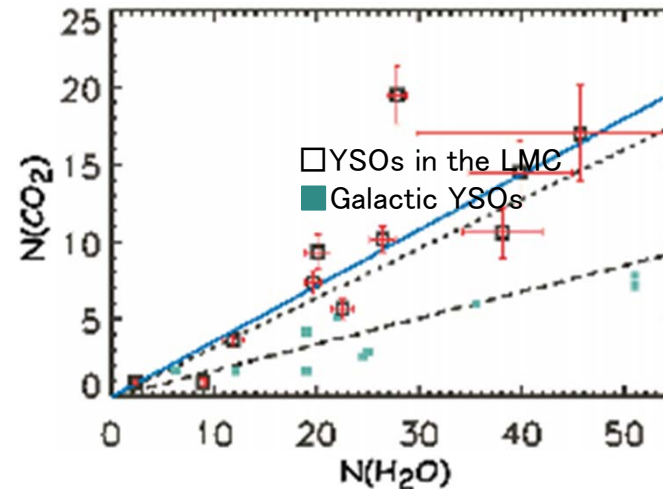
楕円銀河NGC4589中のダスト進化



銀河衝突／合体による爆発的星形成を経て作り上げられた楕円銀河において、星の分布と星間物質の分布が異なることを発見。ダストと、有機物分子の中でも大きなものは、銀河衝突の名残を残す分布を示す。それに対して有機物分子の比較的小さなものは、銀河の中心に集中しており、**注ぎ込まれたガスから2次的に作られた**ことを示している。

Kaneda et al., PASJ, 60, 467 (2008), Kaneda et al., ApJ, 716, 161 (2010)

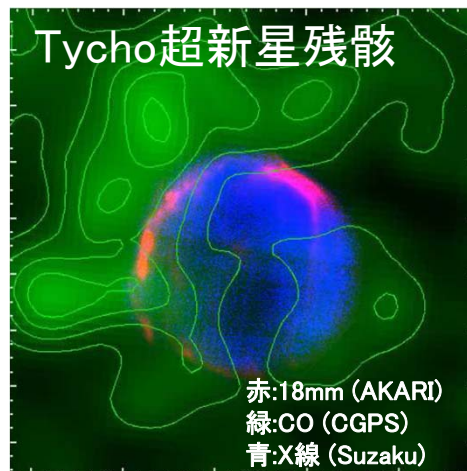
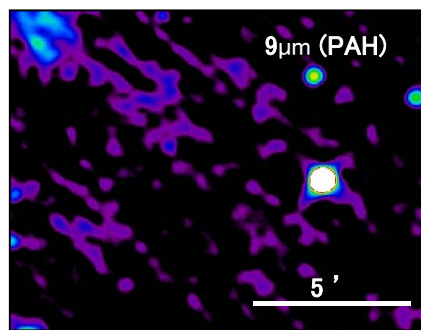
大マゼラン雲中の若い星周囲からCO₂氷を検出



大マゼラン雲(LMC)中の前主系列星を「あかり」のサーベイ等から抽出し、近赤外線分光観測を行ない、得られたスペクトルから3 μm のH₂O氷と4.3 μm のCO₂氷の量を見積もった。その結果、**LMCでは銀河系に比べて、CO₂氷のH₂O氷に対する相対存在量が2倍程度大きい**ことを精度よく示した。Shimonishi et al., ApJL, 686, L99 (2008), Shimonishi et al., A&A, 514, id.A12 (2010)

3.2 天文学研究の成果

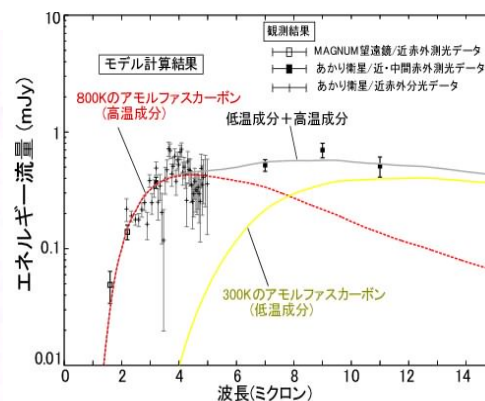
(9) 研究成果(超新星爆発によるダスト形成と破壊)



超新星残骸と星間物質の相互作用の観測

X線で見える高温プラズマとダストの相互作用を、赤外線クリアに捉えた。星間空間にダストと共に存在する**巨大有機物分子(多環式芳香族炭化水素)**が壊されていることを確認。

Ishihara et al., A&A, 521, L61, (2010)



Ib型超新星2006jcの近・中間赤外線分光・撮像観測

超新星爆発放出物質中で**生成されたダスト量(高温成分)**は、**ダスト形成理論計算の予測より大幅に少ない**ことが示された。

一方、**超新星爆発前に形成されたダスト(低温成分)**を検出し、星間空間への年老いた大質量星からのダスト供給について新しいデータを得た。Sakon et al., ApJ, 692, 546, (2009)

爆発後200日後でも超新星周囲のダスト放射により赤外線でも明るく輝いている

この他にも多くの超新星・新星、超新星残骸の観測を行い、ダストの形成と破壊過程について重要な結果を得ている。

Koo et al., ApJ, 732, 6, (2011), Ohsawa et al., ApJ, 718, 1456, (2009), Lee et al., ApJ, 706, 441, (2009), Seok et al., PASJ, 60, S453, (2008) 他