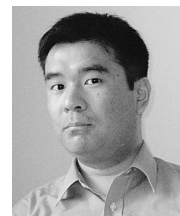


# こぎつね座 IC4954/4955 星雲領域の 3 世代にわたる星形成連鎖



石原 大助

〈名古屋大学素粒子宇宙物理学研究科 〒464-8602 名古屋市千種区不老町〉

e-mail: ishihara@u.phys.nagoya-u.ac.jp

筆者らは、「あかり」を用いて波長 6~160  $\mu\text{m}$  にわたる 7 波長の赤外線バンドで、こぎつね座の散光星雲 IC4954/4955 のイメージング観測を行った。多波長の情報からこの領域のダストの物理状態と、それによる放射場の空間分布を推定し、広域マッピングのデータとの比較によりこの星雲と周囲の構造との相関を調べた。この結果、IRAS では点にしか見えなかったこの天体で進行中の 3 世代にわたる連鎖星形成を推定することができた。

## 1. イントロダクション

星は、密度の高い分子雲中でさまざまなきっかけにより生まれると考えられている。これまでも、超新星爆発や大質量星からの星風の影響によって、ガスや塵からなる星間物質が掃き集められて密度が高くなり、星形成が誘発される現象は知られていた。生まれたばかりの星からの光（特に UV 光）は、星を取り囲む大量の塵に吸収され赤外線でも再放射されるので、星形成の現場の解明には赤外線による観測が有効である。今回、筆者らは「あかり」による赤外線での観測により、1 光年から 50 光年の空間スケールで、3 世代にわたって連鎖的に星形成が起きたことを示唆する証拠をとらえた。

こぎつね座 IC4954/4955 は、われわれから約 6500 光年の距離にある反射星雲である。若い星団 Roslund 4 が付随することが知られている。Roslund 4 の年齢は星団メンバーの等時線から 4 Myr とも 15 Myr ともいわれている。この領域を、赤外線天文衛星「あかり」の初期試験フェーズにおいて、搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) および

遠赤外線サーベイヤ (FIS) でイメージング観測を行った。

## 2. 星雲の物理状態の考察

図 1 に中間赤外・遠赤外線の観測データと、可視光画像を比較して示す。それぞれの絵で、右上の星雲が IC4955、左下が IC4954 である。まず、中央の中間赤外線の疑似カラー合成図に注目していただきたい。青で示される 9  $\mu\text{m}$  帯放射と、グレーで示される 18  $\mu\text{m}$  帯放射で、異なる空間分布をしている。なぜこのような独特のカラー分布の違いが見られるのだろうか。

図 2 に「あかり」の 9  $\mu\text{m}$  帯、18  $\mu\text{m}$  帯の波長感度特性と、星間空間の典型的なスペクトルを示す。9  $\mu\text{m}$  帯は波長 6-12  $\mu\text{m}$  に感度があり、光解離領域 (PDR) でよく見られる 6.2  $\mu\text{m}$ 、7.7  $\mu\text{m}$ 、11.3  $\mu\text{m}$  の芳香族炭化水素 (PAH) の輝線をカバーする。一方 18  $\mu\text{m}$  帯は 12-26  $\mu\text{m}$  に感度があり、励起星近くの電離領域で加熱されたダストからの熱放射をとらえることがわかる。

これらを元に推察すると、図 1 (中) の黒い部分は、若い大質量の近くで塵が高温に温められてい

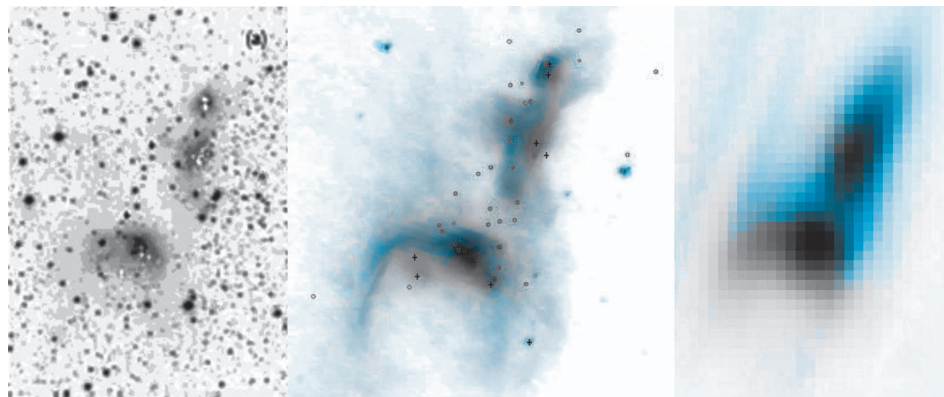


図1 IC4954/4955 領域の、(左)可視光 (DSS) 画像、(中)「あかり」による  $9\mu\text{m}$  帯(グレー)、 $18\mu\text{m}$  帯(青)のデータから合成した疑似カラー画像。○印は近赤外線 (2MASS) カラーで YSO と思われる天体の位置を、+は星間物質を温める大質量星の位置を表す。(右) FIS による遠赤外線  $90\mu\text{m}$  帯(グレー)、 $140\mu\text{m}$  帯(青)から合成した疑似カラー画像。

る様子を、青い部分は、これより少し星から離れたやや穏やかな環境にある芳香族炭化水素の存在を示していると解釈できる。濃い青色部分は、PAH 放射の密度が高くなっていると考えられ、画面下側と右上に見える二つの円弧状の構造は、中心にある質量の大きな若い星 (+印) が周りの星間物質を侵食し、掃き集めていく様子を表していると考えられる。この領域中の励起源となりうる星々 (図1中の+) からの UV 放射によってダストへ与えられているエネルギーの総量と、この領域のダストが赤外線でも再放射しているエネルギーの総量を計算し比較すると、桁で一致する。

遠赤外線の  $65, 90, 140\mu\text{m}$  から合成した疑似カラー画像 (図1右) では、若い星の周りで暖められた塵が濃いグレーに見えるところに分布している。二つのグレーの領域の間の青く見える部分は比較的溫度が低く、可視光画像上の対応する箇所では周囲に比べて減光の大きさがうかがわれ、塵を暖めるエネルギー源はないものの星を作る材料となるガスや塵が大量に存在することを示唆している。

図1 (中) の○印は、2MASS のカラーと等級から選んだこの領域にあると思われる若い星を示す。主に中間赤外線の図で青い領域の周り、星

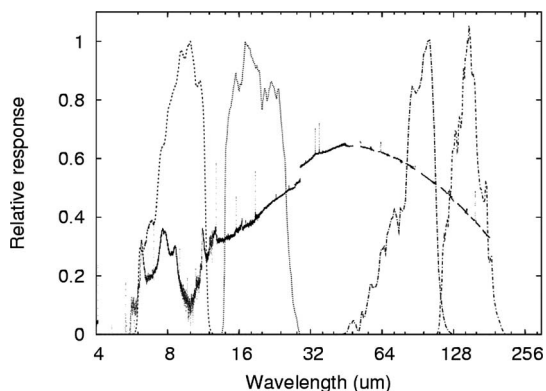


図2 「あかり」  $9\mu\text{m}$ 、 $18\mu\text{m}$ 、 $90\mu\text{m}$ 、 $140\mu\text{m}$  帯の波長感度曲線と、M82 のスペクトル。  $9\mu\text{m}$  帯は芳香族炭化水素のフィーチャーをカバーし、 $18\mu\text{m}$  帯は加熱されたダストからの熱放射をとらえる。

雲の間の遠赤外線でも青く光っている領域に集中しており、IC4954/4955 の領域で OB 型星が星間物質を掃き集めて次の世代の星を作っている様子が推定できる。

### 3. 星雲の起源の考察

つづいて「あかり」の全天サーベイの中間赤外線データを使い、この星雲の周囲を調べた。 $9\mu\text{m}$  帯と  $18\mu\text{m}$  帯による星雲の周囲約  $1^\circ$  四方の合成画像を図3に示す。この図で一番明るく見えて

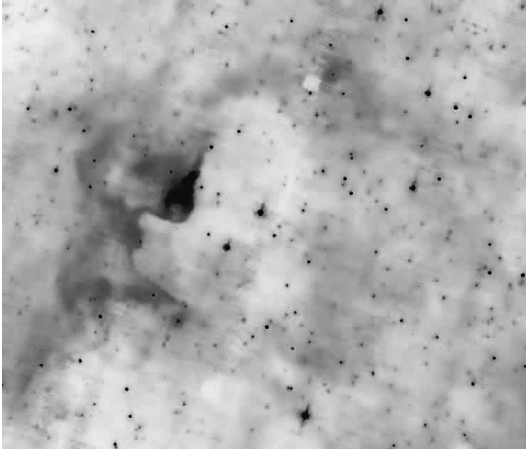


図3 「あかり」による IC4954/4955 周辺約 110 光年の領域の 9, 18  $\mu\text{m}$  帯の合算画像。中央部に直径 50 光年程度の空洞が見られる。中央左上で強く光っているのが IC4954/4955。

いるのが IC4954/4955 である。中央に直径 50 光年程度の空洞が見られ、IC4954/4955 はこの外縁部にあることがわかる。IRAS の 100  $\mu\text{m}$  マップと比較しても、HI マップ (0–30 km/s) と比較しても、中間赤外線放射の分布と相関した構造が見られる。また、先程と同様に近赤外線 (2MASS) のカラーから若い星と思われるものだけ抜き出してみると、空洞の縁に分布し、ところどころ IC4954/4955 のように集中している箇所も見られる。空洞の周りの星の年齢層から、数~10 Myr 前に、空洞の中央部分で第一世代の星が生まれ、その影響で現在の IC4954/4955 の第 2 世代の星ができていと推定できる。

#### 4. おわりに

われわれの銀河系には、この領域と似たような赤外線でのカラー分布を示す構造がたくさん見られる。これらを拡大していくと一つの構造がさらに細かい構造から成り立っている。「あかり」の新しい観測データが得られ、今後さまざまなケースを解析していくことにより、星から星間物質へ

の、また星間現象から星形成への相互作用について、銀河スケールでの包括的な研究が進むであろう。

#### 参考文献

- 1) Ishihara D., Onaka T., Kaneda H., Suzuki T., et al., 2007, PASJ 59, 443

#### AKARI Infrared Imaging of Reflection Nebulae IC4954 and IC4955

Daisuke ISHIHARA

*Division of Particle and Astrophysical Sciences,  
Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku,  
Nagoya, Aichi 464-8602, Japan*

Abstract: We present the observations of the reflection nebulae IC4954 and IC4955 region with the Infrared Camera and the Far-Infrared Surveyor (FIS) on board the infrared astronomical satellite AKARI during its performance verification phase. We obtained 7 band images from 7 to 160  $\mu\text{m}$  with higher spatial resolution and higher sensitivities than previous observations. The spatial variation in the mid-infrared color suggests that the star-formation in IC4954/4955 is progressing from south-west to north-east. The FIS 4-band data from 65  $\mu\text{m}$  to 160  $\mu\text{m}$  allow us to correctly estimate the total infrared luminosity from the region, which is about one sixth of the energy emitted from the existing stellar sources. Five candidates for young stellar objects have been detected as point sources for the first time in the 11  $\mu\text{m}$  image and it is suggested that current star-formation has been triggered by previous star-formation activities. A wide area map of the size of about 1 deg around the IC 4954/4955 region was created from the AKARI mid-infrared All-Sky Survey data. Together with the HI 21 cm data, it suggests a large hollow structure of a degree scale, on whose edge the IC4954/4955 region has been created, indicating star formation over three generations in largely different spatial scales.