

# 大マゼラン星雲における前主系列星団形成

中 島 康

〈国立天文台光赤外研究部 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

e-mail: yas@optik.mtk.nao.ac.jp

大マゼラン星雲は星団形成の研究において非常に興味深いターゲットです。IRSF/SIRIUS グループでは大マゼラン星雲の近赤外線サーベイをしています。本稿ではその結果のひとつ、N159/N160 複合体領域での星団形成の研究結果を紹介します。この研究では、N159/N160 複合体領域に多くの中～大質量の前主系列星および OB 型星候補天体を検出しました。その天球面上での分布から、これまでに星形成の兆候の見えなかった巨大分子雲の端に前主系列星団候補を検出しました。これは大規模な星団形成の始まりを見ているのかもしれない。また、年齢の異なる種類の若い星の分布の比較は、この領域での大規模な継続的星形成を示唆しています。

## 1. 大マゼラン星雲

大マゼラン星雲は我々の銀河からおよそ 50 kpc 離れたところにある系外銀河です。小マゼラン星雲とともに我々の銀河の周りを回る伴銀河です。光の写真で見ると大マゼラン星雲にははっきりとした構造も見えず、我々の銀河と比べて質量にして 2 桁ほど小さく<sup>1)</sup>パッとしない銀河です。しかし、電波から X 線にわたる波長でよく見てみると大マゼラン星雲は非常に魅力的な銀河だということがわかります。中性水素ガスの渦巻き構造と数百 pc にも及ぶ巨大なシェル構造<sup>1)</sup>。そのシェルの内部は X 線を放射する高温のガス<sup>2)</sup>で満たされ、近い過去の大規模な星形成活動を物語っています。最大で 60 km/s にも及ぶ乱流成分をもつ荒れ狂う水素ガスの存在<sup>1)</sup>。星形成の兆候の見られない巨大分子雲の群<sup>3)</sup>。これらは今後の大規模な星形成を予感させます。また、大マゼラン星雲にはポピュラスクラスターという若い球状星団が存在します。現在進行中の隠れた大規模な星団形成の現場に球状星団の形成のメカニズムをとらえる可能性を期待させます。そんな銀河が、1 m ク

ラスの小口径の光学望遠鏡でも 1 個 1 個の星に分解して観測することができるご近所にあるのです。星団形成に興味のある研究者にはほっておけない存在です。

## 2. 前主系列星のサーベイ

ガスと塵の塊が収縮して星が形成されます。主系列に至る以前の前主系列星はその周りに塵を伴います。星周塵に邪魔されることなく中心星が可視光でも観測できる段階の前主系列星を T タウリ型星あるいはハービッグ Ae/Be 型星と呼ばれます。年齢はおおよそ  $10^6$  年程度です。T タウリ型星は太陽質量程度以下の低質量、ハービッグ Ae/Be 型星は中～大質量 ( $>2$  太陽質量) の前主系列星です。

過去の長い間、大マゼラン星雲での「若い星団」の系統的な調査は可視光によるものしかありませんでした<sup>4)</sup>。若いほうの年齢に注目した場合、その調査からは星団の年齢は  $10^7$  年よりも若いかどうかの指標しか得られません。前主系列星の星団を検出することができればもっと細かいタイムスケールでの星団形成史を議論することができま

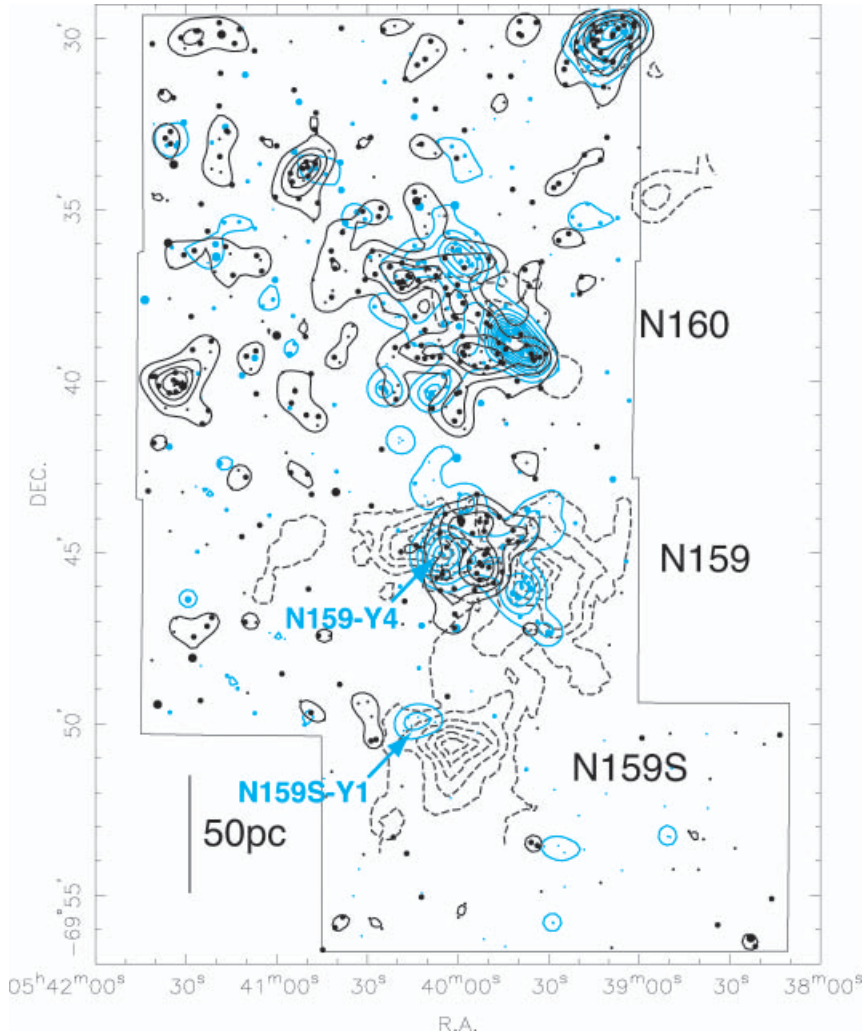


図 1 N159/N160 複合体領域の観測結果. 赤経赤緯座標枠内の実線枠は観測領域. 青丸および黒丸はハービッグ Ae/Be 型星と OB 型星候補天体. 青および黒のコントアはそれぞれの数面密度. 一番下のレベルおよび間隔は 1 個/(10 pc)<sup>2</sup>. 破線は <sup>12</sup>CO 分子雲<sup>8)</sup>. 青字+矢印は本研究で見つけた新しい星団.

す. それを狙ったのが IRSF/SIRIUS による大マゼラン星雲近赤外線サーベイです.

IRSF/SIRIUS グループは, 大マゼラン星雲の 6 度×6 度を J バンド (波長 1.25 ミクロン) で 19 等, H バンド (1.63 ミクロン) で 18.5 等, K<sub>s</sub> バンド (2.14 ミクロン) で 17 等の限界等級 (S/N = 10) でサーベイを行っています (このサーベイの詳細は次号の天文月報で紹介します). 銀河系内のハービッグ Ae/Be 型星の絶対光度と質量の関

係が大マゼラン星雲でも成り立つとすれば, このサーベイでは大マゼラン星雲において 3 太陽質量程度までのハービッグ Ae/Be 型星が検出可能と考えられます<sup>5), 9)</sup>. ハービッグ Ae/Be 型星の周囲にある暖められた塵からは多くの赤外線を放射します. そのため近赤外線での色と等級をもとにハービッグ Ae/Be 型星の候補天体を選び出すことができます.

本稿ではそのサーベイから得られた結果のひとつ

つ、N159/N160 複合体領域での前主系列星団形成について紹介します<sup>5)</sup>。

### 3. N159/N160 複合体領域

N159/N160 複合体領域は、大マゼラン星雲の中で最も活発な星形成領域 30 Dor の南 40 分角 (600 pc に相当) のところにあります。元々の名前の由来はこの場所にある N159 と N160 という HII 領域です<sup>6)</sup>。この領域はこれまでに遠赤外線から電波の波長でよく研究されており、可視光でも多くの星団が確認されています。この領域は三つの異なる特徴をもつ星形成領域からなります。これら三つの領域は北から南におよそ 15 分角 (220 pc に相当) の範囲に分布します。最も北にある N160 領域は広がった HII 領域と若い星団を伴い、母体の巨大分子雲はかなり散逸しており、大規模星形成がかなり進んだ段階にあります。その南にある N159 領域は、N160 と比べると小さな HII 領域を伴い、N159E および N159W という二つの巨大分子雲を伴います。さらにその南にある N159S 領域は N159S 巨大分子雲からなります。この巨大分子雲には輝線星雲も星団も伴っておらず、星形成の兆候は全く見られないと言われていました<sup>7)</sup>。

我々はこの領域を含む 380 平方分角 (SIRIUS の 8 視野分) の点源の測光解析を行いました (図 1 参照)。近赤外線の色と等級をもとに合計 338 個のハービッグ Ae/Be 型星候補と 464 個の OB 型星候補天体を検出しました。これらハービッグ Ae/Be 候補天体は 10 個、OB 型候補天体は 13 個のクラスターをなしています。ハービッグ Ae/Be 候補天体のクラスター、つまり前主系列星団のうち 8 個は既知の星団と同定されましたが、残りの二つは全く新しいものでした。一つは N159E 巨大分子雲に埋もれて光では見えていなかったもの (N159-Y4, 図 1 参照)、そしてもう一つは N159S 巨大分子雲のすぐ端にあるもの (N159S-Y1) でした。

### 4. N159S での星形成

N159S 巨大分子雲の北東の端に見つかった前主系列星団 (N159S-Y1) はこの巨大分子雲での大規模な星団形成の始まりを示しているのかもしれませんが。この前主系列星団の両脇には小さな HII 領域が伴っており、集团的星形成の「前線」のように見えるのも興味深い点です。そして N159S 分子雲の中心には何もありません。考えられる一つのシナリオは N159S における連鎖的星形成です。N159S の北東には、X 線を放射する高温ガスを含む中性水素ガスのシェルがあります。また、興味深いことに、前主系列星団を含む「前線」の場所には、あたかも掃き集められたかのように中性水素原子の柱密度の高い壁のような構造が見られます<sup>2)</sup>。別の大規模な星形成活動によって、N159S 巨大分子雲の星形成がその端から励起されているのかもしれませんが。N159S 巨大分子雲は大規模星団形成の初期状態を調べるのに値するターゲットであると考えられます。

### 5. 大規模継続的星団形成

O-B2 型 (今回の観測で検出可能な範囲) の主系列星の寿命は  $3-10 \times 10^6$  年。ハービッグ Ae/Be 型星は  $1-3 \times 10^6$  年<sup>9)</sup>、そしてウルトラコンパクト HII 領域として検出される埋もれた大質量星は  $数 \times 10^5$  年<sup>10)</sup>。こういった種類の違う若い星の分布を見ることで星形成史が見えてきます。今回の観測で前主系列星団と OB 型星を区別すること、および文献から、埋もれた大質量星の分布<sup>7), 10)-13)</sup>を調べることによって N159 および N160 内部での継続的星形成、および N160 から N159S にわたる大規模な継続的星団形成のシナリオが見えてきました。

N159 では二つの巨大分子雲 N159W と N159E を引き裂くように OB 型星団が広がっており、N159W と N159E それぞれに前主系列星団が伴っています。さらにそれら前主系列星団の中心

には埋もれた大質量星があります。これは N159 領域内での  $10^7$  年前から  $10^5$  年前にわたる継続的な星団形成を示唆しています。

N160 では北部にやや古めの星団 ( $1-3 \times 10^7$  年)<sup>4)</sup> があり、南部にかけて OB 型星団が分布し、南部にのみ埋もれた大質量星を伴う前主系列星団があります。これは N160 領域内での北部から南部への連鎖的な星団形成を示唆しています。

もっと大きなスケールで見てください。N160 領域では N159 領域よりも長い間星団形成が継続していると思われます。N160 領域では N159 領域よりも OB 型星団が広範囲にわたって分布しており、HII 領域もより広がっています<sup>2)</sup>。また N160 領域には上記の「古め」の星団も存在します。N159 の南の N159S 領域では星団形成の兆候が見られます。これらのことは N160 から N159S にかけての大規模な継続的星団形成を示唆しています。N160 の北にある半径 380 pc の超巨大シェル<sup>14)</sup>、あるいは東にある高温ガスを含む半径 75 pc のシェル<sup>2)</sup> (前述) がその引き金になったのかもしれませんが。

## 6. おわりに

本稿は研究論文<sup>5)</sup>を元に作成されました。本研究を進めるにあたって、IRSF/SIRIUS グループの皆様、南アフリカ天文台の皆様から多大な協力をいただきました。深く感謝したいと思います。

### 参考文献

- 1) Kim S., et al., 1998, ApJ 503, 674
- 2) Points S. D., et al., 2000, ApJ 545, 827
- 3) Fukui Y., et al., 2001, PASJ 53, L41
- 4) Bica E. L. D., et al., 1999, AJ 117, 238
- 5) Nakajima Y., et al., 2005, AJ 129, 776

- 6) Henize K. G., 1956, ApJS 2, 315
- 7) Bolatto A. D., et al., 2000, ApJ 545, 234
- 8) Johansson L. E. B., et al., 1998, A&A 331, 857
- 9) Hillenbrand L. A., et al., 1992, ApJ 397, 613
- 10) Wood D. O. S., Churchwell E., 1989, ApJ 340, 265
- 11) Lazendic J. S., et al., 2002, MNRAS 331, 969
- 12) Comeron F., Claes P., 1998, A&A 335, L13
- 13) Hunt M. R., Whiteoak J. B., 1994, Proc. ASA 11, 68
- 14) Kim S., et al., 1999, AJ 118, 2797

### Pre-Main-Sequence Cluster Formation in the Large Magellanic Cloud

Yasushi NAKAJIMA

*Optical and Infrared Astronomy Division,  
National Astronomical Observatory of Japan, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan*

**Abstract:** The Large Magellanic Cloud is one of the most interesting targets for the study of cluster formation. The IRSF/SIRIUS group is executing a near infrared survey toward the Large Magellanic Cloud. I present a result of the survey; a study of cluster formation in the N159/N160 complex region. We detected a number of candidates of intermediate to high mass pre-main-sequence stars and OB stars in the complex region. We revealed that there is a pre-main-sequence cluster at a tip of a giant molecular cloud which reportedly did not show any sign of star formation activity. We are possibly witnessing the beginning of a large cluster formation. Comparison of spatial distribution of different population of young stars suggests a large scale sequential cluster formation in this region.