

死にゆく星の姿を探れ

○花上拓海（高2）【千葉県立千葉高等学校】、青木みさ（高3）【横浜インターナショナルスクール】、黒木正恵（高3）【創価高等学校】、越原和美（高3）【木曽高校】、久下あいり（高2）【広島国泰寺高等学校】、半田祐喜（高2）【広島大学付属高校】、益子哲行（高2）【埼玉県立大宮高等学校】、佐藤真輔（高2）【静岡県立磐田南高等学校】、多田和正（高1）【灘高等学校】

1、はじめに

私たちは、2008年3月に東京大学木曽観測所で行われた「銀河学校2008」に参加し、「死にゆく星の姿を探れ」というテーマで研究を行った。

この研究では星の死にゆく姿である超新星残骸・惑星状星雲を観測した。その構造・性質を調べ、天体から放出するガスの様子から現在の星間空間の状態について考察した。

2、観測

- ・望遠鏡：東京大学木曽観測所 105 cm シュミット望遠鏡
- ・ 研究対象
超新星残骸：かに星雲 (M1)
惑星状星雲：エスキモー星雲 (NGC2392)、
ふくろう星雲 (M97)
- ・使用したフィルター、露光時間
 - ・ H α 30 秒、180 秒
 - ・ B 5 秒
 - ・ V 5 秒 (各天体共通)

<特徴>

H α ・・・水素が出す H α 線を通す (水素ガスの様子がわかる)
B・・・青色の光を通す

V・・・緑色の光を通す

※解析作業は Makali'i を使用した。

3、結果

観測対象	直径 (km)	体積 (光年 ³)	密度 (太陽質量/光年 ³)
かに星雲	MAX の場合 1.164×10 ¹⁴ MIN の場合 8.945×10 ¹³	338.58	0.029
エスキモー星雲	7.477×10 ¹²	0.244	4.464
ふくろう星雲	1.791×10 ¹³	3.35050	0.298

・大きさ (km)

画像を基に始め pixel で求め、角度、光年、km と単位を変換した。

・体積 (光年³)

画像から形状を推定し、大きさを用いて算出した。

・密度 (太陽質量/光年³)

超新星残骸は 10 太陽質量、惑星状星雲は 1 太陽質量とし、求めた。

・星消滅期間 (年)

星消滅期間とは、ガス放出開始 (星の死) を経て、ガス濃度が星間空間と一体化する (星の消滅) までの期間とした。

Yd = 星が死んで現在までの時間 (年)

Yf = 現在から星が消滅する時間 (年)

Y = 星消滅時間 とすると

$$Y = Y_d + Y_f$$

Yd = 現在の半径(km) ÷ 膨張速度 (km/年)

Yf を求めるのに、以下の 2 つの公式を用いた。

Rc = 現在の半径

Rf = 星が消滅する直前の半径

Pc = 現在の密度

Pf = 星が消滅する直前の半径

$$R_f = R_c \times \sqrt[3]{P_c / P_f}$$

$$R_f = R_c + \text{膨張速度}(\text{光年}/\text{年}) \times Y$$

表 4 は、以上の式に各天体のデータを代入した結果である。

(表 4) 各天体の星消滅期間 (年)

かに星雲	エスキモー星雲	ふくろう星雲
7520	129427	125823

ここより超新星残骸の消滅期間を 7500 年、惑星状星雲の消滅期間を 127000 年とした。

4、考察

結果より現在の星間空間中の水素ガスの様子について考察した。

・水素ガス年間放出量 (太陽質量/光年³/年)

文献①より 127000 年間に半径 1 光年の領域に出現する超新星残骸・惑星状星雲の個数を求め、上式より求めた。

超新星残骸 : 2.56×10^{-15}

惑星状星雲 : 1.14×10^{-15}

・現在までに放出した水素ガス質量 (太陽質量/光年³)

超新星残骸、惑星状星雲になる星の恒星としての生存期間をそれぞれ 1000 万年、100 億年とし、137 億年前の宇宙誕生と

ともに恒星も生まれたと想定した。そして水素ガス放出開始時期をそれぞれ 136.9 億年前、37 億年前とした。

超新星残骸 : 3.5046×10^{-5}

惑星状星雲 : 4.281×10^{-6}

・現在の星間空間中の水素ガスにおける超新星残骸・惑星状星雲の放出ガスの割合

現在の星間空間中の水素ガス濃度を 4.287×10^{-4} (太陽質量/光年³) とした。

超新星残骸 : 8.2%

惑星状星雲 : 1.0%

5、まとめ

現在の星間空間中の水素のうち 9% が超新星残骸もしくは、惑星状星雲から、放出されたものである。よって、将来造られる新しい星は、恒星であった経験を持つ水素が 9 個、恒星未経験の水素が 91 個である。つまり、新しい星のほとんどが宇宙の始まりからある水素を使って造られる。

6、最後に

ジュニアセッションに参加するにあたり、様々な助言をして、宇宙を探求する楽しさを教えてくださった、東京大学木曾観測所の宮田隆志氏にこの場を借りてお礼申し上げます。また、本発表には NPO サイエンスステーションの協力をいただき、お世話になったたくさんの方々々に感謝申し上げます。

7、参考文献

① ALLEN'S ASTROPHYSICAL QUANTITIES
FOURTH EDITION

② 理科年表 2007