

オリオン座方向の逃走星の成因への新たなシナリオの提案と観測的検証

もし天2025 REVOLVER HEAD班:

苅込 青星(高2)【北海道札幌東高等学校】、小山 杏奈(高1)【新潟県立中条高等学校】、
皿海 翔大(高1)【武蔵高等学校】、松浦 ウダイ(高1)【山形県立山形東高等学校】

要旨

本研究では、オリオン座方向に存在する逃走星AE Aur、 μ Colの成因について検証した。従来の超新星連星説及び ι Oriによる力学的放出説の課題を踏まえ、分子雲内での星形成時の速度保存による分子雲起源説を新たに考案した。仙台市天文台1.3mひとみ望遠鏡を用いて分光観測を行うことでAE Aurの年齢を約310万年、 ι Oriを約550万年と推定した。これにより、超新星連星説及び力学的放出説が成立するようなバーナードループ及び連星の形成時期に制限を与えたが、分子雲起源説に新たな制約を与えるには至らなかった。これらの逃走星の成因の特定にはさらなる検証が求められる。

1. 背景・目的

逃走星とは、銀河回転に対する固有運動が大きい星のことである。そのうち、オリオン座方向の逃走星であるAE Aurと μ Colについて、その固有運動を遡ると空間的に非常に近くに位置した時期があるとされている。これらの逃走星の成因について、周囲の大規模H II領域(バーナードループ)に関連して、連星系の主星が重力崩壊型超新星を起こし、重力的束縛を失った伴星が逃走星となったとする超新星連星説(Binary Supernova Scenario;BSS)や、周囲の星に関連して ι Oriとの重力遭遇による放出とする力学的放出説(Dynamical Ejection Scenario;DES)が提案されている。(Großschedl,2021)

一方で、BSSがありえればブラックホール連星の従来の形成過程に疑問が生じる、DESの成立には理論上星が非常に高密度な領域が必要となるなど、それに否定的な見解も得られている。

そこで、我々は新たに、バーナードループ内の圧縮された分子雲で形成された恒星が、形成時の速度を保存して銀河回転に対して大きな運動をしているとする、分子雲起源説(Molecular Cloud Origin Scenario;MCOS)を新たに考えた。

本研究では、観測事実から既知の説及びMCOSの検証を行い、それぞれの説に制約をかけることを目的とした。

2. 方法

本研究では、逃走星の年齢からバーナードループ年齢などへの制約をかけることで各説の成立条件を評価する。

そこで、三つの恒星(AE Aur, μ Col, ι Ori A)について、ひとみ望遠鏡(仙台市天文台,口径1.3m)を用いて分光観測を行い、He I(4471Å),He II(4542Å)の吸収線を観測した。なお、 μ Colは天候不良により観測できなかった。

本研究では既知の絶対等級(SIMBAD)と、新たにHe I/He II比を観測することで得られる有効温度(Sara,2006)を用いて、等時線(Choi,2016)から年齢を求めた。なお、吸収線の端点はノイズの標準偏差の2倍以上のズレを持つデータが2個連続し始める点とした。

3. 結果

表1は観測したHe I/He II比である。各行は集計者ごとの測定値を表し、その標準偏差を観測誤差として定義した。この結果から観測天体の有効温度をAE Aurで 31400 ± 460 K、 ι Oriで 30400 ± 790 Kと推定した。

図1は上で求めた有効温度とSIMBADによる絶対等級(AE Aur $4.25 \pm 0.01 L_{\odot}$, ι Ori $5.46 \pm 0.32 L_{\odot}$)を等時線上にプロットしたもので、年齢はそれぞれ、AE Aurは約310万年より若く、 ι Oriは550万年ほどであると推定された。(誤差範囲は等時線の性質上正確には定まらなかった。)

4. 考察

BSSではバーナードループが逃走星より若い。ここからBSSに対して、バーナードループが約300万年より新しいときに成立するという制限をかけた。

また、DESでは ι OriとAE Aurが近接していたときに両星がある必要があり、それが310万年より新しいという制限をかけた。Gaiaの速度推定からは両星が近接していたのは約400万年前と試算されたが、 ι Oriは複重星でその速度の不確か性が大きく、DESの棄却はできていないと考えられる。

MCOSでは、バーナードループの形成が逃走星年齢より古い、逃走星の年齢は上限値しか定められておらず新たな制約はかけられなかった。

これらの制約については、 ι Oriの空間速度の精密測定や分子雲の膨張における理論モデルの強化によって、今後さらに検討されると考える。

5. まとめ

オリオン座方向の逃走星の成因として分子雲起源説という新たなシナリオを提案した。また、逃走星の年齢を等時線から推定し、各シナリオにおけるバーナードループ年齢などについての制限を課した。

謝辞:本研究は東北大学理学部、宮城教育大学、仙台市天文台が主催する「もしも君が杜の都で天文学者になったら2025」において実施されました。ご協力いただいた教員、SLA、天文台職員及びすべての関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Choi, Jieun, et al.(2016). Mesa Isochrones and Stellar Tracks (MIST). I. Solar-scaled Models.
- [2] Gaia Collaboration (2020). Gaia Early Data Release 3 (EDR3).
- [3] Großschedl, J. E., et al. (2021). 3D shape of the Orion A cloud as seen by Gaia and APOGEE.
- [4] Sara R. Heap, et al.(2006). Fundamental Properties of O-Type Stars.
- [5] SIMBAD Astronomical Database. (Strasbourg Astronomical DataCenter).

表1 He IとHe IIの等価幅 注:行は集計者ごと

	ι Ori A			AE Aur		
He I	0.71	0.91	0.79	0.86	0.93	1.09
He II	0.33	0.31	0.28	0.20	0.35	0.22
比	0.46	0.34	0.35	0.23	0.38	0.20

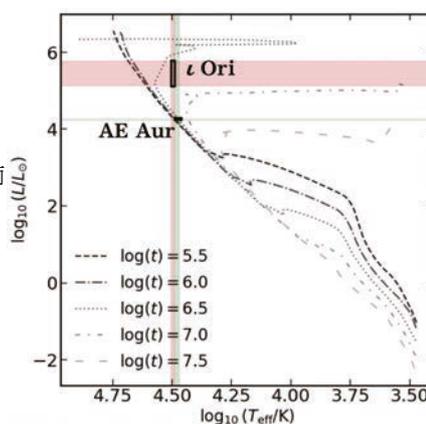


図1 等時線から年齢推定