

# まだ見ぬ星を求めて ～銀河系ハロー内の Pop II 星観測で探る Pop III 星の質量分布～

第 14 回 君が作る宇宙ミッション ASTRO 班

川原 はるか(高 3)【神奈川県立瀬谷高等学校】，野崎 信吾(高 1)【岡山県立倉敷天城高等学校】  
塚田 悠衣(高 2)【京都市立紫野高等学校】，佐藤 知寧(中等 4)【千代田区立九段中等教育学校】  
佐野 文哉(高 2)【神奈川県立神奈川総合高等学校】，丸田 祥輝(高 2)【神奈川県立厚木高等学校】

## 1. 緒言

恒星は重元素(ヘリウムよりも重い元素)の量により，Population I – III 星(以後 Pop I – III 星と表記)に分類される．Pop III 星は最初期に生まれた重元素を持たない恒星，Pop II 星は銀河と同時期に生まれ，Pop III 星の超新星爆発で放出された重元素を含むと考えられている恒星，Pop I 星はそれ以降に生まれ，平均的な重元素量を持つ恒星と定義されている．現在宇宙に最も多く存在している恒星は Pop I 星である．

Pop III 星は水素とヘリウムのみで構成されているため，重元素の存在しない初期宇宙でのみ生まれる．Pop III 星の質量は，理論予想では太陽の数百倍に達すると考えられているが，2011 年の細川らによるコンピュータシミュレーションによれば太陽のおよそ 40 倍程度の質量で形成されるという結果が出ている<sup>[1]</sup>．これらのいずれが正しいのか検証するためには観測的に複数の Pop III 星の質量を求める必要がある．しかし Pop III 星は非常に暗く，実際に観測された例はない．そこで本ミッションでは，Pop III 星の超新星爆発により放出された重元素を含むと考えられている Pop II 星に着目する．観測衛星を用いて Pop II 星の重元素組成比を求め，そこから Pop III 星の質量を推定する．それを複数の Pop II 星に対して行い，Pop III 星の質量分布を作成することを目的とする．

## 2. ミッション内容

Pop III 星の質量を推定する方法のひとつに，図 1 に示す，Pop III 星の超新星爆発によってまき散らされた元素からなる Pop II 星の重元素組成比を利用する方法がある<sup>[2]</sup>．銀河系を球状に取り巻く領域である銀河系ハロー内には，銀河系と同時期に形成されたとされる，Pop II 星が多く存在することが知られている<sup>[3]</sup>．それらは主に銀河系ハロー内に存在する球状星団に含まれると考えられているため，球状星団に着目する．また，Pop III

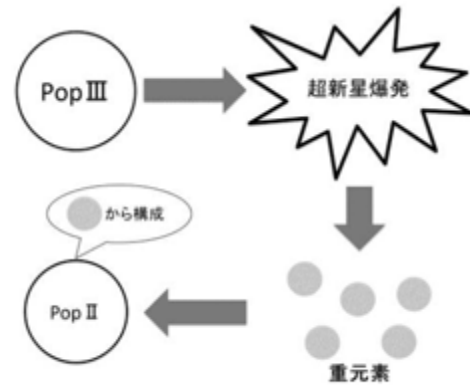


図 1 Pop III 星から Pop II 星への形成過程．

星の典型的な質量を知ることが目的であるため，偏った結果にならないように一方向に限らず様々な方向の Pop II 星を観測して，多くの Pop III 星の質量を求める必要がある．そのために可視光・近赤外線望遠鏡および紫外線望遠鏡を搭載した観測衛星を打ち上げ，サーベイ方式を用いた複数の Pop II 星の観測を行う．ミッションの流れは以下の通りである(図 2)．

- 1) 可視光・近赤外線望遠鏡によって，Pop II 星と予想される星を特定する．Pop II 星は古い星のため，表面温度が低い．つまり，赤い星である．よって，球状星団の撮像観測を二種類の波長域で行い，短波長側での明るさに対する長波長側での明るさの比が大きい星を割り出す．

- 2) 可視光・近赤外線望遠鏡と紫外線望遠鏡で分光観測を行い、重元素の吸収線の強度比を求める。これによって Pop II 星の重元素組成比が分かる。
- 3) コンピュータシミュレーションを用いて、Pop III 星の質量とその超新星爆発で生成される重元素の組成比との関係を推定する。
- 4) シミュレーションによって求めた関係と観測によって導出された重元素組成比を比較し、Pop III 星の質量を求め、これを複数の星で行うことで、Pop III 星の質量分布を求める。

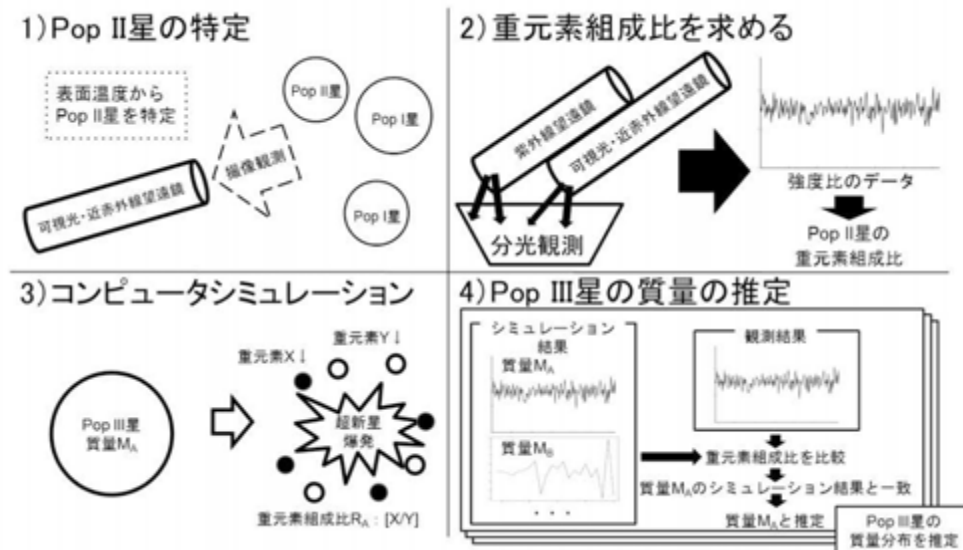


図2 ミッションの流れ。

### 3. 結言

本ミッションでは、銀河系ハロー内の Pop II 星の観測による Pop III 星の質量の解明を目的として以下の手段を提案した。まず、可視光・近赤外線望遠鏡を用いた撮像観測により球状星団の恒星の中から Pop II 星を絞り込み、既知の Pop II 星も含め可視光・近赤外線望遠鏡および紫外線望遠鏡を用いた分光観測を行う。次に、コンピュータシミュレーションを用いて Pop III 星の質量と超新星爆発で生成される重元素の組成比との関係を求める。そして、観測によって得られた重元素組成比とシミュレーションから推測される関係を比較し、Pop II 星の親星となる Pop III 星の質量を求める。この手順に従って多くの Pop III 星の質量のサンプルを集めることで、Pop III 星の質量分布を作成する。

### 謝辞

今回、ミッションの作成にあたり、山村一誠先生をはじめとする「君が作る宇宙ミッション2015」の皆様、宇宙科学研究所の皆様にご多大なるご協力とご指導をいただきました。心より感謝申し上げます。

### 参考文献

- [1] 細川隆史, 大向一行, 吉田直紀, 他, 2011, ファーストスターは太陽の40倍の重さ-コンピュータ中に再現された宇宙最初の星の成長過程-, <http://www.ipmu.jp/ja/node/1177>
- [2] 青木和光, 2014, 宇宙初代星誕生から銀河系形成期における構成進化と物質循環, [http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/12\\_kiban/ichiran\\_23/abstract/h26gaiyou\\_36\\_aoki.pdf](http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/12_kiban/ichiran_23/abstract/h26gaiyou_36_aoki.pdf)
- [3] 沼澤茂美, 脇屋奈々代, 2012, 宇宙の事典(ナツメ社), p. 79