

# 銀河の化学進化

銀河系に存在する星のスペクトルを解析することでその星の表面付近のガスにどのような元素がどれくらい含まれているかを測ることが出来る。このようにして得られた元素組成比は星によって様々で、多くの場合その星が生まれた当時のガスの組成を化石のように保持していると考えられている。従って、年を取った星を調べれば銀河系の初期の様子も垣間見ることが出来る。そして、年を取った星程重元素と水素の組成比が小さいことが分かっている。このように、時間を経るとともに元素組成比が変化することを天文学では「化学進化」と呼んでいる。最近では銀河系のみならず近傍に存在する矮小銀河に属する星のスペクトルも大望遠鏡で取ることができ、矮小銀河の化学進化も調べられるようになりつつある。

## 銀河系ハローの化学進化

私たちは、銀河系の初期の進化を調べるために、古い星が多く存在するとされている銀河系ハローの星の元素組成の成り立ちを調べている。ハローに存在し、重元素を少ししか持たない星に対して測られた元素組成と超新星の理論的なモデルから予想される元素組成には類似性が認められた(図1; [Shigeyama & Tsujimoto 1998](#))。このことから、銀河系ハローの星は個々の超新星が掃き集める星間ガスから生まれたと仮定するモデルを構築した([Tsujimoto, Shigeyama, & Yoshii 1999](#))。このモデルはある重元素量の星が何個あるかと言うハロー一星のmetallicity distribution functionを良く再現することが分かった(図2)。最後にはほとんどのガスが過去の超新星によって掃き集められていて、以降の超新星は掃き集めるガスもなく膨張し続けることになり星形成は一旦終わることになる。

## r-過程元素の起源

r-過程元素というのは鉄より原子番号が大きい元素のうち、ある原子核が $\beta$ 崩壊する前にどんどん中性子をくっつけて重くなっていく反応で合成された元素である。例えば、Eu, Au, Th, U等が挙げられる。このような合成過

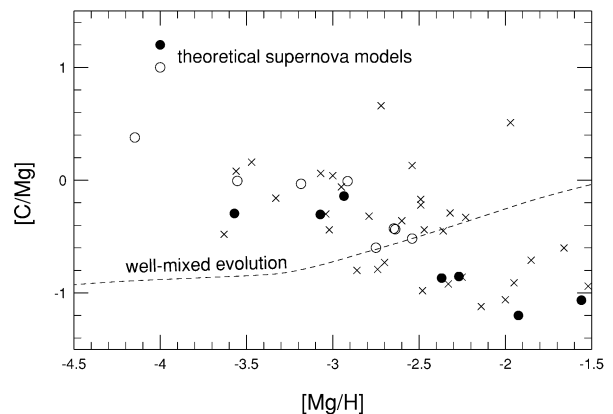


図1: 超新星の理論モデルから予想されるC/Mg-Mg/H関係(○と●)と星の表面での観測(x)。点線はone-zoneで一様に進化するモデルの予想。

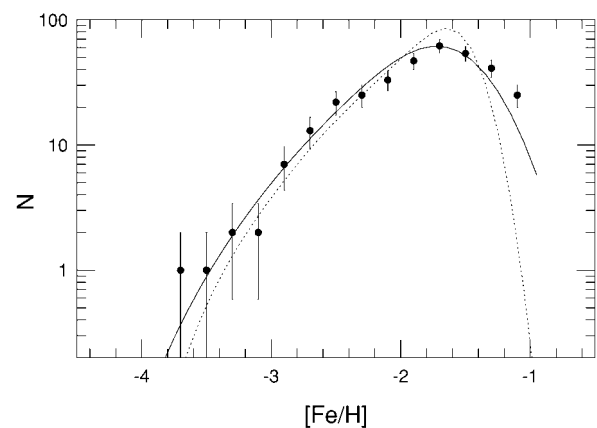


図2: ハロー一星のmetallicity distribution function。モデル(実線)と観測(●)の比較。

程は超新星爆発の際にできたての中性子星の周りで起こると考えられている。しかし、質量がいくつの星からどれだけの質量のこれらの元素が合成放出されるのかは分かっていない。私たちは、上で述べた超新星が星形成を誘導する化学進化モデルでは、ハロー星のMg/H組成比とその星に重元素を供給した一世代前の超新星(の親星)の質量に強い相関があることを利用して、観測されたMg/Hとr-過程元素/Mgの組成比のパターンからr-過程元素がどの質量の星の超新星爆発でいくら合成されるかを見積もった。ハローの星で最も良く観測されているr-過程元素はBaなのでMg/H-Ba/Mgのパターンを用いた。その結果、r-過程元素は太陽の20倍の質量を持った星が超新星爆発を起こすときに最もたくさん合成され、その他の超新星ではほとんどできないという結論を得た(Tsujimoto, Shigeyama, & Yoshii 2000)。1987年に出現した超新星 SN 1987Aはちょうど太陽の20倍の質量を持った星の爆発と考えられていて、Baの線がそのスペクトルに強く受かっていたことから、Baが多く作られたことが示唆されていた。この超新星でのBaの合成量を観測と爆発モデルを用いて推測してみると、ハロー星から得られた合成量と良く一致することを示すことができた(Tsujimoto & Shigeyama 2001)。

## 近傍矮小銀河の化学進化

近年、大望遠鏡によって近傍矮小銀河に属する個々の星のスペクトルを取り、化学組成が求められるようになってきた。それによると、矮小銀河の星のr-過程元素とFeの組成比のFe/Hに対する相関は銀河系ハローのものと同様に見える。確かに、矮小銀河のFe/Hを3分の1程にするとそのパターンはほぼ一致する。従って、矮小銀河の星も超新星誘導星形成で誕生したと推察される。私たちのモデルによると、3倍ずれているのは矮小銀河の元になったガス雲でのガスの運動が銀河系ハロー星の元になったガスより激しかったとすると説明できる。超新星で掃き集められるガスの量が矮小銀河では少なくなり次世代の星の原料になるガス中のFe/HのHの質量が減るためである。このようにして、銀河系とは少し違った環境下で私たちの化学進化モデルを適用することによって矮小銀河で観測されたmetallicity distribution functionも再現することができた(図4: Tsujimoto &

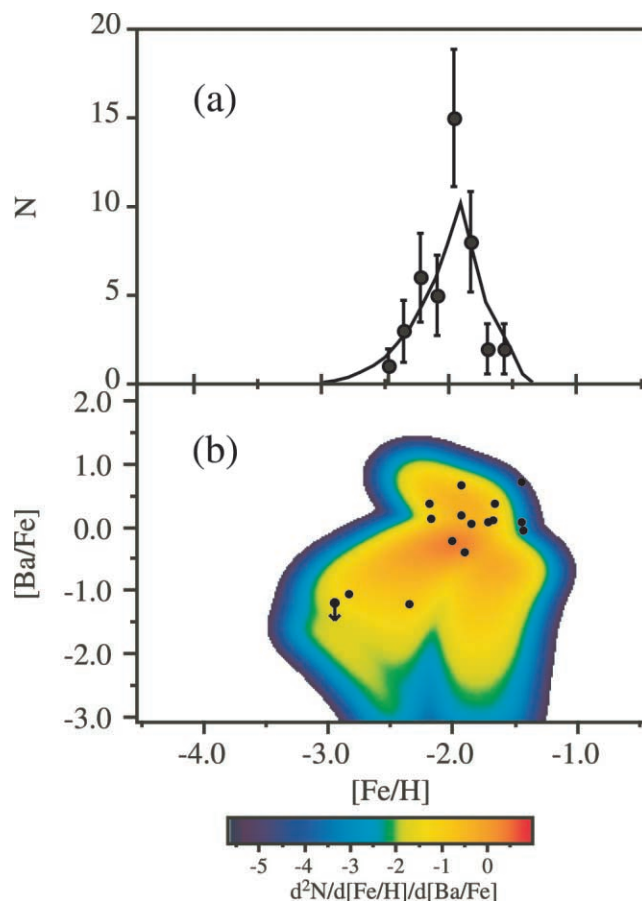


図3: 矮小銀河のmetallicity distribution function(上)とBaの組成比分布(下)。モデルが予想する分布と観測(●)の比較。

[Shigeyama 2002](#))。また、矮小銀河が銀河系からの潮汐力を受けて質量を失う様子を考慮することで、初期には現在の10倍程の質量を持っていたと推察される。

## 球状星団の形成

球状星団の形成過程はわかっていない。10年以上前に、ガス雲同士の衝突によって圧縮されたガスから一気に星が形成されて球状星団になるという説が提唱された。この説が面白いと思うのは、ガス雲の衝突の際にガス雲に既に存在していた星はすり抜けて球状星団には残らない点だ。一つの球状星団中の個々の星のFe/Hは驚く程に一致している。これはこれらの星が同じ成分のガスから誕生したことを示唆し、時間とともにガス中のFeは増えていくことを考えれば、ほぼ同時刻に誕生したことになる。以前にガス雲中で誕生した星はいなくなってほしいのだ。さらに、星と同じく無衝突粒子と考えられる暗黒物質も衝突の際にすり抜けていなくなってしまうので球状星団で観測される低い質量光度費を説明するのに有利だ。このシナリオをもとに私たちは球状星団形成を調べようとしている ([Shigeyama & Tsujimoto 2004](#))。