

機関番号：14403

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007 ～ 2010

課題番号：19540240

研究課題名 (和文) わい小銀河の化学進化史の研究

研究課題名 (英文) Study of Chemical Evolution of Dwarf Galaxies

研究代表者

定金 晃三 (SADAKANE KOZO)

大阪教育大学・教育学部・教授

研究者番号：20110794

研究成果の概要 (和文)：

すばる望遠鏡やヨーロッパ南天文台(ESO)の 8m望遠鏡などを用いて、わい小銀河に属する赤色巨星の高分散分光観測を行い、これらの恒星の化学組成を精密に決定した。その結果をわれわれの銀河にある古い時代に形成された金属欠乏星と比較することにより、100億年以上昔に起きたわれわれの銀河の形成過程でわい小銀河の果たした役割について、いくつかの重要な知見を得ることができた。

研究成果の概要 (英文)：

High resolution spectroscopic observations of red giants stars belonging to several dwarf galaxies were carried out using the SUBARU telescope and a 8m telescope at European Southern Observatory (ESO). Chemical compositions of these red giant stars were obtained and compared with Galactic metal deficient RGB stars, which were formed more than 10 billion years ago. Several important information concerning the formation process of our Galaxy were obtained from these comparisons.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
2009 年度	600,000	180,000	780,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学・天文学

キーワード：恒星分光、化学組成、銀河系進化、わい小銀河

## 1. 研究開始当初の背景

われわれの銀河系のような巨大な星とガス及びダスト(塵)の集合体は、100億年以上以前に多くの小規模な銀河(わい小銀河)が衝突・合体して形成されたとの学説が現在有力である。そのような過程があった証拠は、現在も存在するわい小銀河(衝突の生き残り)に属する恒星とわれわれの銀河内にある年齢の古い恒星の成分(化学組成)の特徴を

比較することで見出すことが出来る、という示唆がなされていた。ところが、系外にあるわい小銀河の恒星は非常に暗く、化学組成の定量的な研究は 21 世紀に入り、大型(口径 8m 級)の望遠鏡が実用化されてはじめて可能となった。すばる望遠鏡が完成し、大型の分光器(HDS)が利用可能になった 2001 年以後、日本の研究者もこの分野に参入できる条件が整った。

## 2. 研究の目的

われわれ銀河系の周囲に存在するいくつかの近距離わい小銀河に属する赤色巨星と、銀河系内に存在する古い時代に形成された（すなわち、金属量の少ない）赤色巨星の両方の化学組成を詳細に比較検討し、それぞれの系の進化のプロセスに違いがあるか否かを研究する。

## 3. 研究の方法

近距離わい小銀河に属する赤色巨星の高分散かつ高品質（高 SN 比）の可視分光データをすばる望遠鏡と HDS 分光器を用いて取得する。そのスペクトルデータをモデル大気を用いて詳細な解析を行って、銀河系内の金属欠乏星から得られた結果と比較する。特に、鉄族元素（ $\alpha$  過程により形成される）と重金属元素（中性子捕獲過程により形成される）の組成比に注目し、わい小銀河に属する赤色巨星とわれわれの銀河に属する恒星との間にどのような違いが存在するかを見極める。

## 4. 研究成果

平成 19 年と 20 年には、北天にあるわい小銀河 UMi と Draco に属する約 10 個の赤色巨星の化学組成の解析を行い、UMi に属する星ではナトリウムの組成がわれわれの銀河の同様な金属欠乏星に比べて系統的に低いことを見出した。このことは、UMi わい小銀河の進化が特異なものであったことを示している。また、このわい小銀河の恒星 COS 82 においては、速い中性子捕獲過程（r プロセス）で形成される元素の組成が以上に多いことを発見した。

平成 21 年と 22 年には、南天にあるろくぶんぎ座わい小銀河(Sextans)に属する恒星 6 個の化学組成解析を行った。このわい小銀河においては、1) 極端な金属欠乏の星 ( $[Fe/H] < -3.0$ ) は存在しないこと、一個を除く 5 個の星では  $Mg/Fe$  の存在比が太陽とほぼ同じであること、3) 6 個の内 4 個の星ではバリウムが不足している ( $Ba/Fe$  比が小さい) ことなどを見出した。

また、ろくぶんぎ座わい小銀河の金属欠乏星 S15-19 の詳細な分光解析を行い、この星ではバリウム (Ba) が太陽の組成に比べて異常なほど (約10倍) 過剰であること、炭素 (C) も 0倍ほど過剰であること、ストロンチウム (Sr) は30分の1ほどと不足していることなどを発見した。一方、重い中性子捕獲元素であるユーロピウム (Eu) の組成には異常は認められなかった。この星には視線速度の変化が見られることから、連星系をなしていると考えられ、観測された組成の異常は相手の星から炭素や Baに富んだ物質が流入した結果として起きて

いるのではないかと仮説を提案した。

ヨーロッパ南天文台 (ESO) の 8メートル望遠鏡に取り付けた多天体分光器 (GIRAFFE) を用いて、南天の Fornax わい小銀河中心部にある赤色巨星 81 個の高分散分光データを得た。解析の結果、このわい小銀河の恒星はわれわれの銀河に属する金属欠乏度が同程度の星の平均と比べて、 $\alpha$  元素、ナトリウム (Na)、ニッケル (Ni) の組成が系統的に低いことを見出した。バリウム (Ba) とイットリウム (Y) の組成比が太陽に比べて大きいという結果が得られたが、このことから s プロセス (遅い中性子捕獲過程) による元素の合成において、低金属量のポスト AGB 星からの星風の果たす役割が特に大きいことが強く示唆される。また、このわい小銀河においてはユーロピウム (Eu) の生成において s プロセスの寄与が大きいことも明らかとなった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

① Honda, S., Aoki, W., Arimoto, N., and Sadakane, K. Enrichment of Heavy Elements in the red giant S15-19 in the Sextans Dwarf Spheroidal Galaxy, PASJ, 2011, Vol., 63, pp. S523 - S529

② Sadakane, K., Kambe, E., Sato, B., Honda, S., and Hashimoto, O, An Abundance Analysis of the Primary Star of the Peculiar Eclipsing Binary  $\epsilon$  Aur out of the Eclipsing Phase, PASJ, 2010, Vol., 62, pp. 1381 - 1390

③ Latarte, B. et al. (計 16 名、16 番目) A High-Resolution VLT/FLAMES Study of Individual Stars in the Centre of the Fornax Dwarf Spheroidal Galaxy, A&A, 2010, Vol., 523, pp. A17

④ Sadakane, K., Tajitsu, A., Mizoguchi, S., Arai, A., and Naito, H. Discovery of Multiple High-Velocity Narrow Circumstellar Na I D Lines in Nova V1280 Sco, PASJ, 2010, Vol., 62, pp. L5 - L10

⑤ Aoki, W. et al. (計 18 名、3 番目) Chemical Composition of Extremely Metal-Poor Stars in the Sextans Dwarf Spheroidal Galaxy, A&A, 2009, Vol., 502, pp. 569 - 578

⑥ Aoki, W., Honda, S., Sadakane, K., and

Arimoto, N. First Determination of the Actinide Thorium Abundance for a Red Giant of the Ursa Minor Dwarf Galaxy, PASJ, 2007, Vol., 59, pp. L15 - L19

〔学会発表〕(計2件)

① 青木和光、有本信雄、定金晃三、わい小銀河の超低金属星の化学組成、日本天文学会2009年春季年会、2009年3月25日、大阪府立大学

② 定金晃三、わい小銀河の超金属欠乏星の観測、日本天文学会2007年秋季年会、2007年9月28日、岐阜大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

定金 晃三 (SADAKANE KOZO)

大阪教育大学・教育学部・教授

研究者番号：20110794

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：