

研究種目：基盤研究 (S)

研究期間：2006～2010

課題番号：18104010

研究課題名 (和文) 隕石中の希ガスの主要成分の起源とその宇宙地球化学的示唆

研究課題名 (英文) The origin of the main component of noble gases in meteorite and its cosmo/geochemical implications

研究代表者

松田 准一 (MATSUDA JUN-ICHI)

大阪大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：80107945

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地球宇宙化学

キーワード：隕石化学、希ガス、同位体、Q、プレソーラーダイヤモンド、炭素

#### 1. 研究計画の概要

希ガスは、化学的に不活性であり、揮発性が高いことから、惑星の起源や進化といった問題の解明の良きトレーサーとして、大きく貢献してきた。しかし、希ガスは隕石の中に一様に分布しているのではなく、Q という炭素質物質の中に偏在している。この隕石中の希ガスの担体 Q は、どのような化学結晶形態の炭素質物質であるのか、またその希ガス取り込み機構などもよくわかっていない。本研究では、室内実験やさまざまな隕石の物理化学的処理、また希ガスやラマン分光測定などから、Q とは何かを解明する。また、その解明を通して、太陽系初期で起こったさまざまな事象に対しての情報を得ようとするものである。

#### 2. 研究の進捗状況

これまで得られた主な結果。

(1) 化学処理ではなく純粋に物理的な方法で希ガスの濃縮成分を分離する技法は、我々が炭素質隕石であるアレンデについて世界で初めて見つけたものである。しかし、同じ技法を普通コンドライトに適用すると、同様な物質は得られるものの、希ガスは濃縮していないことがわかった。

(2) Saint Aubin 鉄隕石中のさまざまな包有物 (クロマイト、トロイライト、シュラーバーサイトなど) について、希ガスの元素存在度と同位体比の詳細測定を行った。始源的成分はほとんどなく、Q 成分もみられなかったが、シュラーバーサイトだけの中に、宇宙線照射と核分裂起源としても説明できないわけではないが、Xe-HL 成分が残っている可能

性を指摘した (Nishimura et al., 2008)。

(3) タイプ4の隕石は、HL 成分がなく、Q だけの成分が残っていることが期待されているので、普通コンドライトのタイプ4のいくつかの隕石について、酸処理を行い、残渣を用意した。これについて、全岩と化学残渣の希ガスの元素存在度と同位体比を測定した。Saratov(L4) には、確かに HL 成分がなく Q だけが残っていること、Q は全岩の希ガスの約 50%しか担っていない、酸処理で溶けた成分が残りの 50%を担っていること、またそれは、Q よりも放出温度が高いことなどの結果を得た。この隕石の Q と溶解部分の希ガス元素比は、ともにタイプ3の一番高いサブグループの隕石中の Q の希ガスの元素比と同じで、Xe に比べて Ar, Kr が選択的に抜けていることがわかった。熱変成では、Kr, Xe の同位体組成には変化がなく元素比だけが変わること、また、Ne-Q については、 $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$  vs  $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$  の 3 同位体比プロット上で直線上に並ぶこと、この端成分が宇宙線照射成分と Q であるが、従来の Ne-Q の点とは異なり、Ne-HL 側によることがわかった。この原因として、①熱変成の時に Ne-HL を取り込んだ。②Ne の脱ガスの際のレーリー過程による。③最初からいろいろな種類の Ne-Q があったという 3 つの説が考えられるが、Ne-Q の値と隕石のタイプに相関がないことから、③がもっともらしいとした。この結果については、Meteoritics & Planetary Science に投稿し、現在改訂

版を作成中である(Matsuda et al., 2009)。

(4) 普通コンドライトの Hamlet(LL4)の化学残渣については、希ガスの元素存在度と同位体比の測定を行ったが、ブリソーラーグラフアイトが担う Ne-E の存在が認められたので、現在それを確認中である。

(5) アレンデ隕石について、我々の開発した物理的手段により作成した Q に富む試料について、希ガス測定とラマン分光測定を行った。バンド位置や半値幅などさまざまなラマン分光のパラメーター値が測定の際のレーザーの励起エネルギーに関係することがわかった。希ガスデータとそれらラマン分光データとの比較から、もっとも Q に富む炭素物質のラマン分光学的特性を決定した。その結果、励起エネルギーの低い状態では、ラマンスペクトルのさまざまなパラメーターに大差はないが、大きい励起エネルギーで測定すると、照射の際の熱の影響で大きく別れることが判明した。Q に富む炭素物質は、グラフアイト構造をしていること、またその結晶サイズが大きいなどの情報を得た (Matsuda et al., 2009)。

(6) C1 コンドライトであるオルゲイユ隕石について、ピリジンで処理すると低温成分の Q がなくなるとの報告をフランスのグループが行っているが、スイスのグループは他の隕石ではそのようなことがなかったと報告している。これについて、追試を行った。その結果、希ガス含有量がピリジン処理によって、確かに元素存在度が減少することを確認した。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由) ほぼ順調に研究はすすんでおり、研究成果の論文もだんだんと出始めている。現在、改訂中の論文が1つあり、準備中の論文は、6編ほどある。

### 4. 今後の研究の推進方策

今後は、現在準備中の論文を仕上げるとともに、さまざまな普通コンドライトの化学残渣のラマン分光測定を行うこと、また他の鉄隕石のシュライバーサイトについて、HL 成分の有無を調べる。また、これらの研究を総合して、Q の解明を行う計画である。

### 5. 代表的な研究成果

(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 9 件) 全て査読あり

1. Matsuda J., Morishita K., Nara M. and Amari S. (2009) Raman Spectroscopic study of the noble gas carrier Q in the

Allnede meteorite . *Geochem. J.* (in press).

2. Nishimura C., Matsuda J. and Kurat G. (2008) Noble gas contents and isotope abundances in phases of the Saint-Aubin (UNGR) iron meteorite. *Meteorit. Planet. Sci.* 43, 1333-1350. その他 7 件。

[学会発表] (計 21 件)

国際学会

1. Matsuda J., Nara M. and Amari S. (2008) Raman spectroscopic feature of the noble gas carrier Q in meteorite. 18<sup>th</sup> Goldschmidt Conference, July 13-18, 2008, Vancouver, Canada.

2. Matsuda J., Tsukamoto H., Miyakawa C. and Amari S. Nara M. and Nishimura C. (2008) Noble gas study of the Saratov chondrite (L4). 71<sup>th</sup> Annual Meeting of Meteoritical Society, July 28-August 1, 2008, Tucson, Matsue, Japan.

その他 3 件。

国内学会

1. 松田准一、奈良雅之、甘利幸子 (2008) 隕石における希ガスキャリア Q の特定：ラマン分光研究、日本地球惑星科学連合 2008 年年会、幕張メッセ国際会議場 (H20.5.25-30)。

その他 15 件。

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○ 出願状況 (計 0 件)

○ 取得状況 (計 0 件)

[その他]

雑誌「ニュートン」の取材協力

2007年9月号「ダイヤモンド特集」

P.25

2008年5月号、「宇宙のダイヤモンド探索」P.11