

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 4 月 19 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23684046

研究課題名(和文) 始原隕石中難揮発性包有物CAIの浮遊年代：太陽系星雲物質輸送・循環機構の解明

研究課題名(英文) pre-compaction exposure ages of CAIs in primitive meteorites: clarification of mechanisms of transportation and circulation of materials in the solar nebula

研究代表者

岡崎 隆司 (Okazaki, Ryuji)

九州大学・理学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：40372750

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 22,800,000円

研究成果の概要(和文)：アエンデ隕石から厚片を作成し、CAIのFESEM/EPMAにて組織観察及び元素定量分析を行った。そのうち、最も大きな2つのCAIについて段階加熱法による希ガス同位体分析を行った。

1つのCAIのNe安定同位体から求めた宇宙線照射年代(T21)とKr安定同位体から求めた年代(T83)は調和的であった。一方、⁸¹Krから求めた年代はT21、T83と誤差範囲で一致しており、浮遊年代が5Ma以下であることを示唆する。しかし、測定誤差が大きいため詳細な議論はできない。もう一方のCAIにはBrの中性子捕獲反応による⁸⁰Kr、⁸²Krの過剰と¹²⁹I起源の¹²⁹Xe過剰が見られ、ハロゲンに富むことを示す。

研究成果の概要(英文)：Five CAIs were found in polished sections prepared from the Allende CV chondrite. Their textural features and chemical compositions were determined by FESEM and EPMA, respectively.

Stepped heating noble gas analyses were performed for two large CAIs.

One CAI has concordant exposure ages based on Ne and Kr stable isotopes (T21 and T83, respectively). An apparent age based on ⁸¹Kr is consistent with T21 and T83 within experimental uncertainties, suggesting that the pre-compaction exposure is shorter than 5 Ma. However, the further discussion is difficult due to the large experimental uncertainties. Another CAI shows excesses in ⁸⁰Kr and ⁸²Kr that are derived from epi-thermal neutron capture of Br. In addition, ¹²⁹Xe excess due to radiogenic ¹²⁹I is observed.

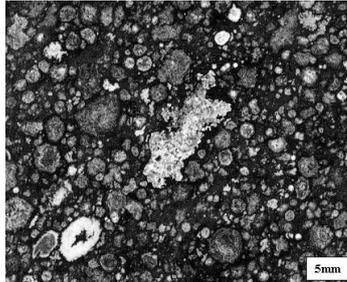
These excesses indicate this CAI is enriched in halogens.

研究分野：地球外物質科学

キーワード：難揮発性包有物 原始太陽系星雲 物質輸送 照射年代 浮遊年代 コンドライト CAI 希ガス

1. 研究開始当初の背景

コンドライト隕石は「太陽系の化石」とも呼ばれ、コンドライト母天体は大規模な溶融を経験しておらず、46億年前の太陽系初期に形成した物質が現存する。コンドライト隕石は炭素質、普通、エンスタタイトコンドライトなどに分類され、これらは岩石鉱物学的特徴および元素・同位体組成に多様性を示し、異なる材料物質から形成され異なる進化を経た母天体に由来すると考えられている。



コンドライトは難揮発性包有物 CAI (Ca や Al に富む白色不定形物質) やコンドリュール (球形物質) とその隙間を埋める細粒のマトリックスから構成される。マトリックスは高温過程を経験しておらず、太陽系外粒子や有機物などが濃集している。一方、CAI やコンドリュールは原始太陽系星雲内での高温過程を経て形成した。CAI は様々な種類のコンドライトに含まれているが、その酸素同位体組成はコンドライト種類によらない (e.g., Guan et al. 2000)。現在のところ、CAI は太陽系星雲のある領域で形成されコンドライト隕石母天体形成領域に運ばれたという説が最も有力である。

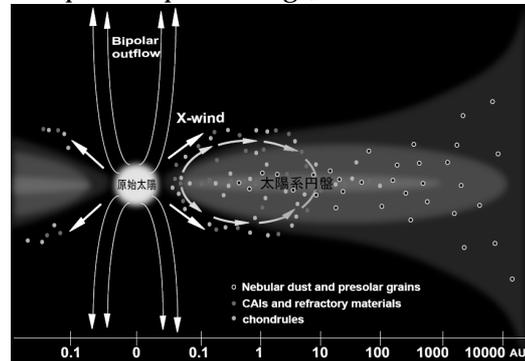
一方、2008 年以降、NASA のスターダストリターンミッションによりもたらされた彗星物質の研究により、彗星にもコンドリュールや CAI が含まれていることが発見され (Simon et al. 2008; Nakamura et al. 2008)、原始太陽系内の大規模な物質輸送機構が存在していたことを強く支持する。さらに、一方向の輸送だけでなく、星雲内で物質が循環していたことを示唆する事実も報告されている。たとえば、CAI やコンドリュールには融け残り結晶を含むものが頻繁に見つかっており (e.g., Nagahara 1981)、これらの物質が星雲内で循環し、加熱冷却過程を複数回経験した事を示唆している。他にも複合コンドリュール (Wasson et al. 1995) や複合 CAI (Shu et al. 2000)、コンドリュール外縁部の再加熱リム (Connolly et al. 1996) や CAI に内包されるコンドリュールの存在 (Itoh et al. 2003) など、星雲内での物質輸送や循環を示唆する証拠が多数報告されている。

しかし、太陽系星雲内の物質輸送・循環のメカニズムやそれが起こった時期については未だ確定していない。たとえば、Class I の原始星段階の星には双極分子流という現象が普遍的に見られる。このような段階にあった原始太陽近傍で CAI やコンドリュールは形成され、原始太陽から外向きの流れによって小惑星領域やさらに外側の彗星領域まで運ばれるというモデルがある (Shu et al.

1996; 下図)。一方、降着終了後の定常円盤のガス粘性による物質輸送モデル (Ciesla 2007) も提唱されている。このような物質輸送・循環が起こった時期やメカニズムを解明するためには、原始太陽系星雲内の物質の空間的分布と年代情報が必要となる。

2. 研究の目的

コンドライト隕石に見られる化学組成などの多様性は星雲内での空間的な物理化学条件の違いを反映していると考えられるため、種々のコンドライトを研究することで星雲内の物質分布空間情報は入手できる。一方、年代情報については、CAI やコンドリュールの形成年代 (Al-Mg, Pb-Pb 年代など) が 0.1myr の精度で得られているが、星雲内を浮遊していた時間を直接示す年代はこれまで正確には得られていない。そこで本研究では、星雲中を浮遊している期間、“星雲浮遊年代 (pre-compaction age)” を高エネルギー



粒子 (銀河宇宙線、太陽宇宙線) との相互作用により生成された同位体 (宇宙線生成核種) から正確に求めることを目的とする。

3. 研究の方法

宇宙線生成核種の 1 つである Kr の標的元素 (Sr, Y, Zr, Nb など) が CAI には 10 倍以上濃集しているため、微小試料でも分析が比較的容易であることが期待される。ある種の炭素質コンドライト (CV コンドライト) には数ミリ以上の CAI が含まれており、このような CAI に対しては既存の希ガス質量分析計でも測定が可能な場合がある。一方、多くのコンドライト隕石では CAI は 1mm 以下の小さな破片として含まれることが多いため、試料量としては多くても 0.1mg 程度である。このような微小試料については既存の装置では 100 倍ほど感度が不足している。

本研究では 0.1mg 程度の CAI に含まれる 1000 atoms 程度の極微量 Kr 同位体分析により星雲浮遊年代を求め、レーザー共鳴イオン化と飛行時間検出型質量分析計 (TOF-MS) を組み合わせた超高感度質量分析システムである「レーザー共鳴イオン化質量 (RIMS) 分析システム」を自作する。この分析システムを用いて、0.1mg 程度の CAI 中 Kr 同位体組成を測定し、測定誤差 10% 以下の浮遊年代を得ることを目標とする。これにより、これまで不可能だった 0.1myr の精度での浮

遊年代の議論が可能となり、星雲内での物質輸送・循環に関する新たな制約を与えることができる。

4. 研究成果

(1) 機器開発：Kr 同位体に加え Xe 同位体分析も行えるシステム構築を行った。Kr と Xe を共鳴イオン化するためのレーザー波長はそれぞれ 216nm、256nm と異なるため、2 種類の異なる紫外レーザーを容易に切り替えることができるレーザーシステムと、イオン化チャンバー内の同一点に集光するためのレーザー光学系が必要となる。前者は大パワーレーザーで色素を励起する色素レーザーに 2 種類の色素を用意に交換できるシステムを導入することで可能とした。2 種類の紫外レーザーは 2 種類のプリズムボックスを切り替えて使用することで同一光路を再現できる手法を開発した。

一方、質量分析部は反射型 TOF が質量分解の点では有利であるが、真空内に持ち込む機器部品が増えるため、装置由来の Kr、Xe バックグラウンドが上がる。したがって、直線型 TOF を採用することにし、イオン光学シミュレーションによりその設計を行った。以上の設計をもとに、飛行長約 750mm のフライトチューブ、MCP 検出器、円筒形 3 弾レンズ構造イオン源を備える質量分析システムを構築した。この装置開発に関する成果の一部はすでに学会発表を行ってきた(業績・学会発表 3, 4, 15)。

(2) 試料分析：Allende 隕石は大きなサイズの CAI を多く含んでいることが知られている。また、比較的照射年代が短いことから本研究に最も適した試料である。Allende 隕石から厚片(約 10mmx10mmx0.7mm 厚)を複数枚作成し、1mm 以上の大きさの CAI を探しだし、FESEM/EPMA にて組織観察及び元素定量分析を行った。そのうち、最も大きな 2 つの CAI を切り出した(E-1 CAI-01: 1.34 mg、E-2 CAI-01: 4.94 mg)。これらの CAI について段階加熱法で希ガス抽出を行い、同位体分析を行った。

E-1 CAI-01 の Ne 安定同位体から求めた宇宙線照射年代(T_{21})と Kr 安定同位体から求めた年代(T_{83})は調和的であった。一方、 ^{81}Kr 短寿命核種から求めた年代(T_{81})も誤差の範囲で T_{21} 、 T_{83} と一致し、pre-compaction exposure duration は 5 Ma 以内であることが示唆される。しかし、測定誤差が大きいためこれ以上の詳細な議論はできない。一方、E-2 CAI-01 については、Br の中性子捕獲反応による ^{80}Kr 、

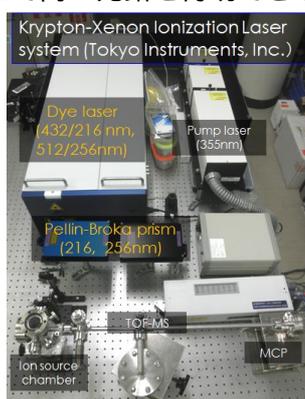
^{82}Kr 同位体過剰が見られた。また、 ^{129}Xe にも ^{129}I 起源の過剰が見られた。これらの結果は E-2 CAI-02 が母天体から地球に飛来する以前にハロゲンに富んでいたことを示す。このようなハロゲンに富む CAI は CAI 形成後に受けた変質作用によってハロゲンの付加が起こった可能性が高く、したがって星雲浮遊年代はその際にリセットされていることが予想される。このようなハロゲン過剰が見られる CAI は星雲浮遊年代の議論からは除外すべきということが明らかになった。

本研究期間内での希ガス分析によるデータから CAI の星雲浮遊年代は 5Ma を超えないことが予想されるが、さらに詳細な年代に関する制約はまだ得られていない。また、分析試料数も 2 つと限られている。今後はさらに Allende 隕石中の他の CAI や他の隕石の CAI についても希ガス同位体分析を行っていき、CAI の星雲浮遊年代に関する情報を系統的に調べていくことで、原始太陽系の物質輸送・循環に関する情報を得ていく。

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計 15 件)

- (1) T. Noguchi, M. Kimura, T. Hashimoto, M. Konno, T. Nakamura, M. E. Zolensky, A. Tsuchiyama, T. Matsumoto, J. Matsuno, R. Okazaki, M. Uesugi, J. Karouji, T. Yada, Y. Ishibashi, K. Shirai, M. Abe, and T. Okada. (2104) Sylvite and halite on particles recovered from 25143 Itokawa: A preliminary report. *Meteoritics & Planetary Science* 49, 1305-1314. doi: 10.1111/maps.12333. 査読有り
- (2) M. Uesugi, R. Noguchi, T. Matsumoto, J. Matsuno, T. Nagano, A. Tsuchiyama, S. Harada, K. Yokoyama, Y. Yodo, N. Takeda, T. Yada, S. Yakame, Y. Karouji, Y. Ishibashi, M. Abe, T. Okada, A. Fujimura, M. Ebihara, F. Kitajima, K. Nagao, T. Nakamura, H. Naraoka, T. Noguchi, R. Okazaki, and H. Yurimoto (2014) Investigation of cutting methods for small samples of Hayabusa and future sample return missions. *Meteoritics & Planetary Science* 49, 1186-1201. doi: 10.1111/maps.12322. 査読有り
- (3) T. Nakamura, A. Nakato, H. Ishida, S. Wakita, T. Noguchi, M. E. Zolensky, M. Tanaka, M. Kimura, A. Tsuchiyama, T. Ogami, T. Hashimoto, M. Konno, M. Uesugi, T. Yada, K. Shirai, A. Fujimura, R. Okazaki, S. A. Sandford, Y. Ishibashi, M. Abe, T. Okada, M. Ueno, and J. Kawaguchi, (2014) Mineral chemistry of MUSES-C Regio inferred from analysis of dust particles collected from the first- and second-touchdown sites on asteroid Itokawa. *Meteoritics &*



- Planetary Science 49, 215-227. doi: 10.1111/maps.12247. 査読有り
- (4) Noguchi, Takaaki; Kimura, Makoto; Hashimoto, Takahito; Konno, Mitsuru; Nakamura, Tomoki; Zolensky, Michael E.; Okazaki, Ryuji; Tanaka, Masahiko; Tsuchiyama, Akira; Nakato, Aiko; Ogami, Toshinori; Ishida, Hatsumi; Sagae, Ryosuke; Tsujimoto, Shinichi; Matsumoto, Toru; Matsuno, Junya; Fujimura, Akio; Abe, Masanao; Yada, Toru; Mukai, Toshifumi; Ueno, Munetaka; Okada, Tatsuaki; Shirai, Kei; Ishibashi, Yukihiro. (2014) Space weathered rims found on the surfaces of the Itokawa dust particles. *Meteoritics & Planetary Science*, Volume 49, Issue 2, pp. 188-214. doi: 10.1111/maps.12111.
- (5) T. Yada, A. Fujimura, M. Abe, T. Nakamura, T. Noguchi, R. Okazaki, K. Nagao, Y. Ishibashi, K. Shirai, M. E. Zolensky, S. A. Sandford, T. Okada, M. Uesugi, Y. Karouji, M. Ogawa, S. Yakame, M. Ueno, T. Mukai, M. Yoshikawa, and J. Kawaguchi (2014) Hayabusa-returned sample curation in the Planetary Material Sample Curation Facility of JAXA. *Meteoritics & Planetary Science* 49, 135-153. doi: 10.1111/maps.12027. 査読有り
- (6) A. Shimojuku, T. Kubo, T. Kato, T. Yoshino, M. Nishi, T. Nakamura, R. Okazaki, Y. Kakazu (2014) Effects of pressure and temperature on the silicon diffusivity of pyrope-rich garnet. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 226, 28-38. doi: 10.1016/j.pepi.2013.11.002. 査読有り
- (7) K. Bajo, H. Sumino, M. Toyoda, R. Okazaki, T. Osawa, M. Ishihara, I. Katakuse, K. Notsu, G. Igarashi, and K. Nagao (2012) Construction of a newly designed small-size mass spectrometer for helium isotope analysis: Toward the continuous monitoring of $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratios in natural fluids. *Mass Spectrometry A0009* (DOI: 10.5702/mass_spectrometry. A0009). 査読有り
- (8) Jenniskens P., Fries M. D., Yin Q-Z., Zolensky M., Krot S., Sandford S., Sears D., Beauford R., Ebel D. S., Friedrich J. M., Nagashima K., Wimpenny J., Yamakawa A., Nishiizumi K., Hamajima Y., Caffee M. W., Young E. D., Kohl I. E., Thiemens M., Nunn M. H., Mikouchi T., Hagiya K., Ohsumi K., Cahill T., Lawton J., Barnes D., Laubenstein M., Welten K., Steele A., Rochette P., Verosub K., Cooper G., Glavin D. P., Burton A. S., Dworkin J. P., Pizzarello S., Oglione R., Schmitt-Kopplin P., Harir M., Hertkorn N., Verchovsky A., Grady M., Nagao K., Okazaki R., Takechi H., Hiroi T., Binzel R., Smith K., Silber E. A., Brown P., Albers J., Klotz D., Hankey M., Matson R., Fries J. A., Walker R. J., Puchtel I., Lee C.T., Erdman M., Eppich G. R., Hutcheon I. D., Roeske S., Zelimir Gabelica, Michael Lerche, Michel Nuevo, Beverly Girtten, and Worden Peter S. (the Sutter's Mill Meteorite Consortium) (2012) Radar enabled recovery of Sutter's Mill, a unique carbonaceous chondrite regolith breccia. *Science* 338, 1583-1587. 査読有り
- (9) M. Ebihara, S. Sekimoto, N. Shirai, Y. Hamajima, M. Yamamoto, K. Kumagai, Y. Oura, T. R. Ireland, F. Kitajima, K. Nagao, T. Nakamura, H. Naraoka, T. Noguchi, R. Okazaki, A. Tsuchiyama, M. Uesugi, H. Yurimoto, M. E. Zolensky, M. Abe, A. Fujimura, T. Mukai, Y. Yada. Neutron activation analysis of a particle returned from asteroid Itokawa. *Science* 333, 1119-1121, 2011. 査読有り
- (10) K. Nagao, R. Okazaki, T. Nakamura, Y. N. Miura, T. Osawa, K. Bajo, S. Matsuda, M. Ebihara, T. R. Ireland, F. Kitajima, H. Naraoka, T. Noguchi, A. Tsuchiyama, H. Yurimoto, M. E. Zolensky, M. Uesugi, K. Shirai, M. Abe, T. Yada, Y. Ishibashi, A. Fujimura, T. Mukai, M. Ueno, T. Okada, M. Yoshikawa, J. Kawaguchi. Irradiation history of Itokawa regolith material deduced from noble gases in the Hayabusa samples. *Science* 333, 1128-1131, 2011. 査読有り
- (11) T. Nakamura, T. Noguchi, M. Tanaka, M. E. Zolensky, M. Kimura, A. Tsuchiyama, A. Nakato, T. Ogami, H. Ishida, M. Uesugi, T. Yada, K. Shirai, A. Fujimura, R. Okazaki, S. A. Sandford, Y. Ishibashi, M. Abe, T. Okada, M. Ueno, T. Mukai, M. Yoshikawa, J. Kawaguchi. Itokawa dust particles: A direct link between S-type asteroids and ordinary chondrites. *Science* 333, 1113-1116, 2011. 査読有り
- (12) T. Noguchi, T. Nakamura, M. Kimura, M. E. Zolensky, M. Tanaka, T. Hashimoto, M. Konno, A. Nakato, T. Ogami, A. Fujimura, M. Abe, T. Yada, T. Mukai, M. Ueno, T. Okada, K. Shirai, Y. Ishibashi, R. Okazaki. Incipient space weathering observed on the surface of Itokawa dust particles. *Science* 333, 1121-1125, 2011. 査読有り
- (13) A. Tsuchiyama, M. Uesugi, T. Matsushima, T. Michikami, T. Kadono, T. Nakamura, K. Uesugi, T. Nakano, S. A. Sandford, R. Noguchi, T. Matsumoto, J.

- Matsuno, T. Nagano, Y. Imai, A. Takeuchi, Y. Suzuki, T. Ogami, J. Katagiri, M. Ebihara, T. R. Ireland, F. Kitajima, K. Nagao, H. Naraoka, T. Noguchi, R. Okazaki, H. Yurimoto, M. E. Zolensky, T. Mukai, M. Abe, T. Yada, A. Fujimura, M. Yoshikawa, J. Kawaguchi. Three-dimensional structure of Hayabusa samples: Origin and evolution of Itokawa regolith. *Science* 333, 1125-1128, 2011. 査読有り
- (14) H. Yurimoto, K. Abe, M. Abe, M. Ebihara, A. Fujimura, M. Hashiguchi, K. Hashizume, T. R. Ireland, S. Itoh, J. Katayama, C. Kato, J. Kawaguchi, N. Kawasaki, F. Kitajima, S. Kobayashi, T. Meike, T. Mukai, K. Nagao, T. Nakamura, H. Naraoka, T. Noguchi, R. Okazaki, C. Park, N. Sakamoto, Y. Seto, M. Takei, A. Tsuchiyama, M. Uesugi, S. Wakaki, T. Yada, K. Yamamoto, M. Yoshikawa, M. E. Zolensky. Oxygen isotopic compositions of asteroidal materials returned from Itokawa by the Hayabusa mission. *Science* 333, 1116-1119, 2011. 査読有り
- (15) H. Naraoka, H. Mita, K. Hamase, M. Mita, H. Yabuta, K. Saito, K. Fukushima, F. Kitajima, S. A. Sandford, T. Nakamura, T. Noguchi, R. Okazaki, K. Nagao, M. Ebihara, H. Yurimoto, A. Tsuchiyama, M. Abe, K. Shirai, M. Ueno, T. Yada, Y. Ishibashi, T. Okada, A. Fujimura, T. Mukai, M. Yoshikawa, J. Kawaguchi. Preliminary organic compound analysis of microparticles returned from Asteroid 25143 Itokawa by the Hayabusa mission. *Geochemical Journal* 46, 61-72, 2011. 査読有り
- 〔学会発表〕(計 63 件)
- (1) マイクログラムサンプルの INAA & Ar-Ar 分析、京大炉(KUR)を用いた放射化分析の成果と今後の展望、京都大学原子炉実験所 2014 年 11 月 19 日、岡崎隆司
- (2) 宇宙塵の Ar-Ar 分析にむけて、2014 年度同位体比部会、茨城県つくば市 2014 年 11 月 26 日、岡崎隆司、関本俊、飛松優、平山友紀子
- (3) sub-microgram 地球外物質のための超高感度希ガス質量分析システム、日本質量分析学会 第 61 回質量分析総合討論会、つくば国際会議場 エポカルつくば、茨城、2013 年 9 月 10-12 日、岡崎隆司
- (4) 希ガス同位体に基づく惑星物質科学、2013 年度日本地球化学会年会、筑波大学、茨城、2013 年 9 月 11-13 日、岡崎隆司
- (5) 南極雪中から回収された宇宙塵の化学組成、日本地球惑星科学連合 2013 年大会、幕張メッセ、千葉、2013 年 5 月 19~24 日。海老原充、関本俊、白井直樹、辻本真一、野口高明、中村智樹、岡崎隆司、伊藤正一、橘省吾、藪田ひかる、寺田健太郎、大久保彩、永原裕子
- (6) 微隕石研究のための新しい分析スキームの開発と特異な鉱物学的特徴を持つ微隕石の発見、日本地球惑星科学連合 2013 年大会、幕張メッセ、千葉、2013 年 5 月 19~24 日。辻本真一、野口高明、岡崎隆司、中村智樹、海老原充、伊藤正一、永原裕子、橘省吾、寺田健太郎、藪田ひかる
- (7) 南極雪から回収された宇宙塵の希ガス同位体、日本地球惑星科学連合 2013 年大会、幕張メッセ、千葉、2013 年 5 月 19~24 日。岡崎隆司、飛松優、野口高明、辻本真一、大久保彩、中村智樹、海老原充、伊藤正一、藪田ひかる、橘省吾、永原裕子、寺田健太郎
- (8) Yabuta, H., Noguchi, T., Itoh, S., Sakamoto, N., Hashiguchi, M., Abe, K., Tsujimoto, S., Kilcoyne, A. L. D., Okubo, A., Okazaki, R., Tachibana, S., Nakamura, T., Terada, K., Ebihara, M., Nagahara, H. Evidence of Minimum Aqueous Alteration in Rock-Ice Body: Update of Organic Chemistry and Mineralogy of Ultracarbonaceous Antarctic Micrometeorite [#2335]. The 44th Lunar and Planetary Science Conference, March 18-22, 2013, Texas, USA.
- (9) Ebihara, M., Sekimoto, S., Shirai, N., Tsujimoto, S., Noguchi, T., Nakamura, T., Okazaki, R., Ito, S., Tachibana, S., Yabuta, H., Terada, K., Nagahara, H. Chemical Composition of Dust Samples (Micrometeorites) Recovered from Antarctic Snow [#2086]. The 44th Lunar and Planetary Science Conference, March 18-22, 2013, Texas, USA.
- (10) Nagao, K., Okazaki, R., Miura, Y., Osawa, T., Gilmour, J. D., Nishimura, Y. Noble Gas Analysis of Two Hayabusa Samples as the First International A/O Investigation: A Progress Report [#1976]. The 44th Lunar and Planetary Science Conference, March 18-22, 2013, Texas, USA.
- (11) Yada, T., Abe, M., Okada, T., Uesugi, M., Karouji, Y., Ishibashi, Y., Yakame, S., Shirai, K., Nakamura, T., Noguchi, T., Okazaki, R., Fujimoto, M., Yoshikawa, M. Mineral Ratios of Itokawa Samples – Difference Between Two Rooms of a Hayabusa Sample Catcher [#1948]. The 44th Lunar and Planetary Science Conference, March 18-22, 2013, Texas, USA.
- (12) Tachibana, S., Sawada, H., Okazaki, R., Takano, Y., Okamoto, C., Yano, H.,

- Hayabusa-2 Sampler Team. The Sampling System of Hayabusa-2: Improvements from the Hayabusa Sampler [#1880]. The 44th Lunar and Planetary Science Conference, March 18-22, 2013, Texas, USA.
- (13) Yabuta, H., Itoh, S., Noguchi, T., Sakamoto, N., Hashiguchi, M., Abe, K., Tsujimoto, S., Kilcoyne, A. L. D., Okubo, A., Okazaki, R., Tachibana, S., Terada, K., Nakamura, T., Nagahara, H. Coexisting Nitrogen-Rich and Poor Organic Materials in Ultracarbonaceous Antarctic Micrometeorite [#5196]. The 75th Annual Meeting of the Meteoritical Society. August 12-17, 2012, Cairns, Australia.
- (14) Yada, T., Abe, M., Okada, T., Uesugi, M., Karouji, Y., Ishibashi, Y., Yakame, S., Shirai, K., Nakamura, T., Noguchi, T., Okazaki, R., Fujimura, A. A Mineral Ratio of Itokawa Particles Recovered from the Hayabusa Sample Catcher [#5245]. The 75th Annual Meeting of the Meteoritical Society. August 12-17, 2012, Cairns, Australia.
- (15) 岡崎隆司、太陽系探査リターンサンプルに向けた超高感度希ガス同位体分析システム、日本地球惑星科学連合 2012 年大会、幕張メッセ、千葉、2012 年 5 月 20 ~ 25 日。
- (16) 長勇一郎、杉田精司、三浦弥生、亀田真吾、諸田智克、吉岡和夫、岡崎隆司、並木則行、荒井朋子、小林正規、石橋高、大野宗祐、千秋博紀、和田浩二、橋省吾、K-Ar 法を用いた月・火星着陸探査用その場年代計測装置、日本地球惑星科学連合 2012 年大会、幕張メッセ、千葉、2012 年 5 月 20 ~ 25 日。
- (17) 藪田ひかる、伊藤正一、野口高明、坂本直哉、橋口未奈子、阿部憲一、辻本真一、A. L. D. Kilcoyne、大久保彩子、岡崎隆司、橋省吾、寺田健太郎、中村智樹、永原裕子、超炭素質南極微隕石から見つかった窒素に富む有機物、日本地球惑星科学連合 2012 年大会、幕張メッセ、千葉、2012 年 5 月 20 ~ 25 日。
- (18) 北島 富美雄、小嗣真人、大河内拓雄、奈良岡 浩、石橋 之宏、唐牛 謙、上梶 真之、安部 正真、藤村 彰夫、岡崎 隆司、矢田 達、中村 智樹、野口 高明、長尾 敬介、土山 明、坂本 尚義、向井 利典、スコット サンドフォード、岡田 達明、白井 慶、上野 宗孝、吉川 真、川口 淳一郎、顕微分光による "はやぶさ" 微粒子の分析、日本地球惑星科学連合 2012 年大会、幕張メッセ、千葉、2012 年 5 月 20 ~ 25 日。
- (19) 野口 高明、木村 真、橋本 隆仁、今野 充、中村 智樹、Zolensky Michael、田中 雅彦、藤村 彰夫、安部 正真、矢田 達、向井 利典、上野 宗孝、岡田 達明、白井 慶、石橋 之宏、上梶 真之、唐牛 謙、岡崎 隆司、土山 明、イトカワ粒子の宇宙風化産物の STEM 観察と N2 パージ環境の重要性、日本地球惑星科学連合 2012 年大会、幕張メッセ、千葉、2012 年 5 月 20 ~ 25 日。
- (20) 伊藤 正一、坂本 尚義、坂本 直哉、小林 幸雄、橋爪 光、土山 明、瀬戸 雄介、アイルランド トレバー、Zolensky Michael、中村 智樹、野口 高明、長尾 敬介、海老原 充、奈良岡 浩、岡崎 隆司、北島 富美雄、向井 利典、藤村 彰夫、安部 正真、矢田 達、上梶 真之、吉川 真、川口 淳一郎、はやぶさ回収試料の初期分析 2: 酸素同位体分析、微量元素分析、日本地球惑星科学連合 2012 年大会、幕張メッセ、千葉、2012 年 5 月 20 ~ 25 日。
- (21) M. Abe, T. Yada, A. Fujimura, T. Okada, Y. Ishibashi, K. Shirai, M. Uesugi, Y. Karouji, S. Yakame, T. Nakamura, T. Noguchi, R. Okazaki, T. Mukai, M. Fujimoto, M. Yoshikawa and J. Kawaguchi. Asteroid Itokawa sample curation and distribution for initial analyses and international AO held in the planetary material sample curation facility of JAXA [#1708], The 43rd Lunar and Planetary Science Conference, March 19-23, 2012, Texas, USA.
- (22) H. Yabuta, S. Itoh, T. Noguchi, N. Sakamoto, M. Hashiguchi, K. Abe, S. Tsujimoto, A. L. D. Kilcoyne, A. Okubo, R. Okazaki, S. Tachibana, K. Terada, T. Nakamura and H. Nagahara. Finding of nitrogen-rich organic material in Antarctic ultracarbonaceous micrometeorite [#2239], The 43rd Lunar and Planetary Science Conference, March 19-23, 2012, Texas, USA.

〔その他〕

ホームページ等

<http://jupiter.geo.kyushu-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡崎 隆司 (OKAZAKI, Ryuji)

九州大学・大学院理学研究院・助教

研究者番号：40372750