

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 10 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008 ～ 2012

課題番号：20340150

研究課題名 (和文) 炭素質コンドライトの高温下における衝撃履歴の解明

研究課題名 (英文) Shock metamorphism of the carbonaceous chondrites at high temperatures

研究代表者

留岡 和重 (TOMEOKA KAZUSHIGE)

神戸大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：00201658

研究分野：惑星物質科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・岩石・鉱物・鉱床学

キーワード：炭素質コンドライト, CK コンドライト, 衝撃変成, 熱変成, 水質変成, 角礫岩化, 斜長石ガラス, コンドリユール・リム

1. 研究計画の概要

本研究は、最も初期の微惑星を形成していたと思われる炭素質コンドライト隕石 (以下 C 隕石) の高温下での衝撃履歴を、隕石の観察および衝撃実験を通して解明することを目的とする。本研究では以下のことを行う。

(1) CK 隕石は高温下において衝撃変成を受けたと考えられている。熱変成度の異なる CK 隕石を、走査電子顕微鏡 (SEM), 電子線プローブアナライザー (EPMA), 透過電子顕微鏡 (TEM) で調べ、衝撃溶融物の鉱物学的性質を明らかにし、その形成要因を探る。

(2) C 隕石の常温下・高温下での衝撃回収実験を行い、回収試料を観察・分析し、その衝撃効果を調べる。それによって衝撃効果と衝撃圧力の関係を明らかにし、C 隕石の衝撃見積りの確立を目指す。

(3) 上記の結果をもとに、C 隕石母天体における衝撃変成履歴の総合的な解明を目指す。

2. 研究の進捗状況

2つの強い熱・衝撃の影響を受けた CK 隕石から特異な斜長石ガラスを発見した。斜長石ガラスは、これまで多くの隕石から報告されているが、その成因については不明な点が多い。両隕石の斜長石ガラスを反射電子像, EPMA, ラマン分光法, カソードルミネッセンス法などの多角的な手法を用いて調べ、その性質, 形成プロセスについて多くの新たなことが明らかになりつつある。

C 隕石の衝撃溶融脈については、これまで詳しい報告がない。エフレモフカ CV 隕石のマトリックス全体に微細な (幅 50 μm 以下

の) 溶融脈が存在することを発見した。それら溶融脈を、SEM, EPMA, TEM およびシンクロトロン放射光 X 線回折 (SR-XRD) (Spring 8) を用いて調べている。その結果、溶融脈は、完全に溶けたマトリックス物質から、Mg に富むカンラン石, 非晶質物質, Fe-Ni 金属の微粒子が生成して形成されたことが明らかになった。現在もその鉱物学的詳細を調べている。

アエンデ炭素質コンドライトの高温下 (600-850 $^{\circ}\text{C}$) における 10-30GPa の圧力による衝撃実験を行い、回収試料の電子顕微鏡による解析を行いつつある。

本研究を推進する過程で、代表者はコンドライト形成に関する新たな着想を得るに至った。それは、コンドリユールを覆うリムに関することである。リムとは、コンドリユールが原始星雲を漂っているとき、星雲中の塵をその表面に付着させて形成されたと広く考えられてきた。しかし、代表者らはモコイア隕石を調べた結果、コンドリユールとそれを覆うリムとは、隕石母天体中で衝突による角礫岩化により破碎され、形成されたクラスト (破碎岩片) であるという結論に至った。

この解釈が正しいとすると、これは単にリム形成の問題にとどまらず、コンドライトの形成プロセスそのものを改めて考え直す必要があることを意味する。この問題の重要性を考慮し、我々は緊急的に新たな研究課題「炭素質コンドライトの微細スケール角礫岩化プロセスの解明」に取り組みつつある。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

CK 隕石の斜長石ガラスに関してはほぼ実験・分析を終え、現在論文としてまとめつつある。これらの結果は、高温下におけるコンドライト隕石の衝撃履歴に関する重要な指標を与えることになるとと思われる。

C 隕石の衝撃溶融脈の観察・分析、および C 隕石の常温下・高温下における衝撃実験に関しては、現在も研究を継続している。

一方、上記のように、緊急に取り組んでいる「微細スケールの角礫岩化」に関する研究についても大きな成果が得られつつあり、既に最初の結果を論文として発表し（論文①）、またそれに続く論文も間もなく国際学術誌に発表する予定である。

4. 今後の研究の推進方策

今後とも C 隕石の衝撃履歴の解明を目指して、本研究課題で計画した研究を推進して行く。具体的には、CK 隕石の斜長石ガラスの結果のまとめ、エフレモフカ CV 隕石マトリックスの衝撃溶融脈の解析、アエンデ隕石の衝撃実験である。

一方、緊急的に取り組み始めた新たな課題についても大きな力を注いで行きたい。この課題は本研究の成果にもとづいており、本研究が目指す「C 隕石の衝撃履歴の解明」にも密接に関連している。今後、モコイア隕石以外の複数の隕石について、同様なモデルが適用できるかを検証する研究を推進して行く。

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 10 件）

① K. Tomeoka and I. Ohnishi, Indicators of parent-body processes: Hydrated chondrules and fine-grained rims in the Mokoia CV3 carbonaceous chondrite, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 74, 4438-4453 (2010). 査読有

② A. Morlok, C. Koike, N. Tomioka, I. Mann and K. Tomeoka, Mid-infrared spectra of the shocked Murchison CM chondrite: Comparison with astronomical observations of dust in debris disks, *Icarus*, 207, 45-53 (2010). 査読有

③ M. Sugita, K. Tomeoka and Y. Seto, Sodium-metasomatism of Ca-Al-rich inclusions in the anomalous carbonaceous chondrite Ningqiang, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 107, 296-300 (2009). 査読有

④ M. Maeda, K. Tomeoka and Y. Seto, Early aqueous alteration process in the QUE97990 and Y791198 CM carbonaceous chondrites, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 106, 92-96 (2009). 査読有

⑤ K. Tomeoka, N. Tomioka and I. Ohnishi, Silicate minerals and Si-O glass in Comet Wild 2 samples: Transmission electron microscopy, *Meteoritics & Planetary Science*, 43, 273-284 (2008). 査読有

〔学会発表〕（計 24 件）

① 留岡和重, 大西市朗 CV3 隕石から見つかった強い水質変成を受けたクラスト：コンドライト形成を読み解く新たな鍵, 日本鉱物科学会, 島根大学 (松江), 2010 年 9 月 24 日.

② 井上美幸, 瀬戸雄介, 留岡和重, 平島崇男, 下林典正, 野口直樹, 大井修吾, 小林記之, CKコンドライトの斜長石の鉱物学的特徴と熱・衝撃履歴との関連日本鉱物科学会, 島根大学 (松江), 2010 年 9 月 24 日.

③ 留岡和重, 大西市朗, モコイア CV3 隕石のコンドリュール・リム：隕石母天体における形成モデル, 日本鉱物科学会, 北海道大学 (札幌), 2009 年 9 月 10 日.

④ K. Tomeoka and I. Ohnishi, Indicators of multiple parent-body processes: chondrules and fine-grained rims in the Mokoia CV3 chondrite, *Meteoritical Society Meeting, Matsue, July 28, 2008.*

⑤ 大西市朗, 留岡和重, 石崎倫子, Karoonda CK4 隕石中のvesicular olivine: TEMによる研究, 日本鉱物科学会, 秋田大学 (秋田), 2008 年 9 月 22 日.

〔その他〕

報道関連情報：
産経新聞 2009 年 4 月 14 日朝刊「大学発フロントランナー」で、代表者のことが取り上げられた。記事のタイトル：「電子顕微鏡で原始宇宙の姿を見る」。

ホームページ：
<http://pmsl.planet.sci.kobe-u.ac.jp/tomeoka/index.html>