

平成 22 年 5 月 13 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19740336
 研究課題名 (和文) コンドライト中マトリックスの物質科学的情報に基づく原始太陽系星雲の化学分別の解明
 研究課題名 (英文) Chemical evolution in the solar nebula based on the chondrite matrix
 研究代表者
 岡崎 隆司 (OKAZAKI RYUJI)
 九州大学・理学研究院・地球惑星科学・助教
 研究者番号：40372750

研究成果の概要 (和文)：EH3 コンドライト (Sahara 97096,97121,97158) に細粒のリムをまとったコンドリュールを発見した。細粒リムの詳細な光学・電子顕微鏡観察、主要・微量元素定量分析、顕微ラマン分光分析を行った。その結果、細粒リムは主に low-Ca pyroxene (En₉₃₋₁₀₀), plagioclase (glass), SiO₂-rich phases, FeNi metal, troilite から構成されていることが判明した。EPMA 分析により、細粒リムの元素組成は CI コンドライトに近いがいくつかの元素存在度に違いがあることがわかった。これは還元的な環境における元素分別の結果を反映していると考えられる。顕微ラマン分光分析では、グラファイト様物質のピークが細粒リムの至る所にみられ、彗星起源粒子に類似するものも確認された。これらの結果はエンスタタイトコンドライトの細粒リムは始源的で非平衡な物質から構成されていることを示している。

研究成果の概要 (英文)：Optical/electron microscopy and Raman spectroscopy have been carried out about EH3 chondrites (Sahara 97096, 97121, 97158). There are a pyroxene chondrule surrounded by a fine-grained rim consisting of low-Ca pyroxene, plagioclase (glass), SiO₂-rich phases, Fe-Ni metal, and troilite. The chemical composition of the fine-grained rim is similar to CI-chondrite but different in some elements. This suggests that chemical fractionation in the solar nebula has occurred under the highly reduced condition. The fine-grained rim contains graphite-like matter showing variable Raman spectra, as found in IDPs that originate from comets. This indicates that the fine-grained rim in EH3 chondrites is composed of primitive and unequilibrated materials.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,200,000	0	1,200,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	600,000	3,800,000

研究分野：地球化学

科研費の分科・細目：隕石化学

キーワード：エンスタタイトコンドライト、元素分別、原始太陽系星雲、マトリックス物質

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

コンドライト隕石は化学組成をもとに、炭素質(C)コンドライト、普通(O)コンドライト、エンスタタイト(E)コンドライトの3つのクラスに大別される。このコンドライトクラス間の化学組成における多様性はコンドリュール形成やそれ以外の原始太陽系星雲中で起こった何らかの過程に起因するものである。前駆物質が不明なためコンドリュール形成による化学分別については不確定要素が多いが、これまでの研究によるとコンドリュール形成はコンドライトの化学組成を決める大きな要因ではなかったことが示唆されている(Huss et al., 2005)。一方、その他の星雲での過程による化学分別の寄与を明らかにするには、異なるコンドライトクラスのマトリックス物質を詳細に記載し、比較する必要がある。マトリックスには太陽系外物質に加え、コンドリュール破片、コンドリュール形成時に蒸発した揮発性物質の再凝縮物、アモルファス物質、などが報告されているが(Huss et al., 1981; Nagahara, 1984; Alexander et al., 1989; Brearley, 1993) これら過去の研究はCコンドライトやOコンドライトのマトリックスに関するものであり、最も還元的な環境を反映したEコンドライトについてはほとんど報告がなされていない。

2. 研究の目的

これまでのCコンドライトやOコンドライトの研究ではマトリックス中に含まれる鉱物のうちアモルファス物質などの天体上で容易に変質を受けやすい物質が始原的な物質として同定されてきた。本研究ではコンドリュール形成時に晶出する特異な鉱物(オルダマイトとクリストパライト)を含まないマトリックス部を始原的マトリックス候補として探し出す。Eコンドライト隕石中のマトリックスがどのような物質から構成されているかを明らかにし、CコンドライトやOコンドライトのマトリックス物質と比較することで、原始太陽系星雲中で起こった化学分別に関する情報を得ることを目標とする。

3. 研究の方法

研磨試料の作成

希ガス同位体分析に必要なガス量を確保するために100ミクロン程度の厚さの研磨片を作成する。

顕微鏡観察および主要元素分析

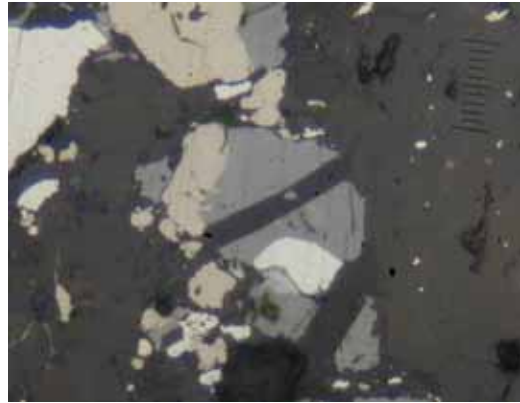
オルダマイト、シリカ鉱物、およびその他のマトリックス中鉱物の同定と岩石・鉱物学的記載を反射顕微鏡、電子顕微鏡にて行う。その後、鉱物の化学組成をエレクトロンマイクロプローブ(EPMA)により行う。

顕微ラマン分光分析

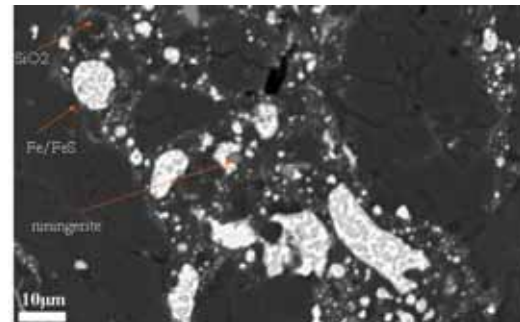
マトリックス中の鉱物同定および結晶度評価のため、顕微ラマン分光分析を行う。

4. 研究成果

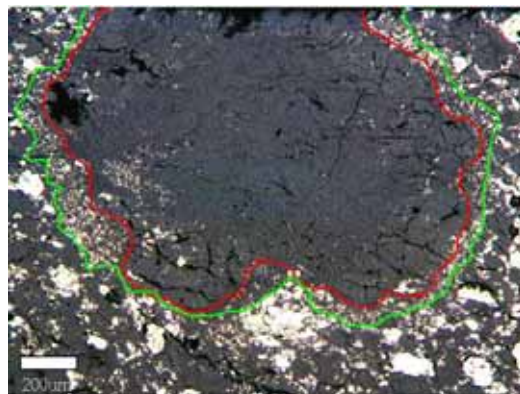
作成したSahara EHコンドライトの薄片観察では、様々な硫化鉱物や金属鉄が見いだされた。これは地球上での風化による影響が小さいことを意味している。しかし、enstatite



lath (上図、反射顕微鏡写真) や鉄/硫化鉄の微小球粒(下図、電子顕微鏡組成像)が見られた。これらの組織は急熱急冷によるものであり、隕石が母天体上で衝突加熱を受けていることを示唆している。

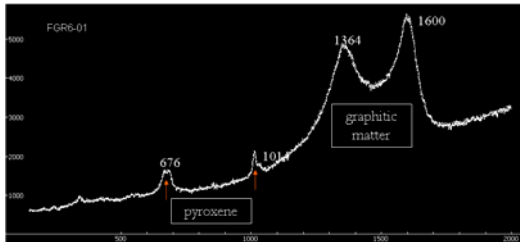


しかし、コンドリュールやそれらの間隙を埋める粒子に比べて小さな粒子(<5µm)から構成される箇所(細粒リム)を発見した(下図、反射顕微鏡写真)。

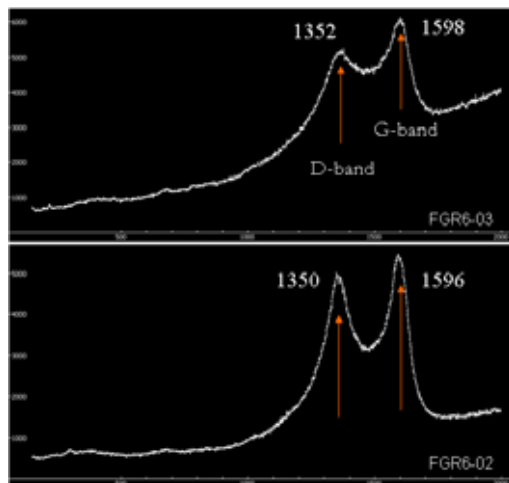


細粒リムの詳細な光学・電子顕微鏡観察、顕微ラマン分光分析を行った結果、細粒リムは主に low-Ca pyroxene ($En_{93} - 100$),

plagioclase (glass), SiO₂-rich phases, FeNi metal, troilite から構成されていることが判明した。EPMA 分析結果による構成鉱物の存在度は enstatite: ~ 60%, albitic glass: ~10%, SiO₂-rich phase: ~5%, FeNi metal: ~ 15%, troilite: ~ 10%, niningerite: ~1%である。また、細粒リムの元素組成は CI コンドライトに近いが、いくつかの元素 (enriched Si, K, Na, and P; depleted Ca and Mn) に違いがあることがわかった。これは星雲中での還元的な環境における元素分別の結果を反映していると考えられる。



顕微ラマン分光分析では、弱い pyroxene のピークが見られ、結晶度が低いか非常に細粒の結晶から構成されていることを示す(上図)。また、グラファイト様物質のピークが細粒リムの至る所にみられ、彗星起源粒子に類似するものも確認された(下図)。



以上の結果から次の結論を導き出した。エンスタタイトコンドライトの細粒リムは原始太陽系星雲中の還元的な環境において元素分別過程を経た。その後、始源的なグラファイト様物質とともにエンスタタイトコンドライト天体に集積した。天体での衝突加熱により大部分は急熱急冷過程を経験したが、細粒リム部は局所的に昇温を免れ、始源的で非平衡な物質を保存している。

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2件)

Okazaki R., Takaoka N., Nagao K., and

Nakamura T. (2010) Noble gases in enstatite chondrites released by stepped crushing and heating. *Meteoritics and Planetary Science*, in press, 査読有.

Shimajuku A., Kubo T., Ohtani E., Nakamura T., Okazaki R., Dohmen R. and Chakraborty S. (2009) Si and O diffusion in (Mg, Fe)₂SiO₄ wadsleyite and ringwoodite and its implications for the rheology of the mantle transition zone. *Earth and Planetary Science Letters* 284, 103-112. 査読有.

[学会発表](計11件)

岡崎隆司、中村智樹、エンスタタイトコンドライトの始源物質、日本地球化学会、2009年.

山本征生、中村智樹、岡崎隆司、長尾敬介、Nigqiang 炭素質コンドライトの希ガス組成に基づいたプレソーラー粒子の存在度、日本惑星科学会、2008年.

長尾敬介、馬上謙一、岡崎隆司、中村智樹、Noble gas analyses of small extraterrestrial samples, 日本地球化学会、2008年.

下宿彰、久保友明、大谷栄治、中村智樹、岡崎隆司、Sumit Chakraborty, Ralf Dohmen, ウォズレイトとリングウッドイト中の原子拡散とマントル遷移層のレオロジーへの適用、日本鉱物科学会、2008年.

Shimajuku A., Kubo T., Ohtani E., Nakamura T., Okazaki R., Chakraborty S., Dohmen R., Si and O diffusion in (Mg, Fe)₂SiO₄ wadsleyite and ringwoodite and its implications for rheology of the mantle transition zone., American Geophysical Union, 2008.

下宿彰、久保友明、大谷栄治、中村智樹、岡崎隆司、無水条件下における Mg₂SiO₄ ウォズレイト中のシリコン拡散 Si diffusivity in Mg₂SiO₄ wadsleyite under nominally dry conditions, 日本地球惑星科学連合 2008年大会, 2008年.

下宿彰、久保友明、大谷栄治、中村智樹、岡崎隆司、S. Chakraborty, R. Dohmen, ウォズレイトとリングウッドイト中のSiとOの拡散, Si and O diffusion in wadsleyite and ringwoodite, 日本地球惑星科学連合 2008年大会, 2008年.

T. Nakamura, T. Noguchi, R. Okazaki, K. Jogo, and K. Ohtsuka, Mineralogical and stable isotope signatures of El-Quss Abu Said CM2 carbonaceous chondrite: pristine material from outer asteroid belt. 71th Annual Meteoritical Society Meeting, 2008.

Okazaki R. and Nakamura T., Mineralogy

and isotope compositions of coarse-grained Antarctic micrometeorites. ,71th Annual Meteoritical Society Meeting, 2008.

Okazaki R. and Nakamura T., Noble-gas and oxygen isotopes and REE abundances in Antarctic micrometeorites. ,The 31st Symposium on Antarctic Meteorites,2007.

Shimojuku A., Kubo T., Ohtani E., Nakamura T., Okazaki R., Chakraborty S. and Dohmen R., Si and O diffusivity in ringwoodite. ,High Pressure Mineral Physics Seminar (HPMPS-7) ,2007.

〔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・理学研究院・地球惑星科学・
助教

研究者番号：40372750