

Title	Hydrothermal alteration experiments of amorphous silicates : implication to aqueous alteration process of carbonaceous chondrites
Author(s)	野口, 遼
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/59433">https://hdl.handle.net/11094/59433</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	野口 遼
博士の専攻分野の名称	博士 (理学)
学位記番号	第 25225 号
学位授与年月日	平成 24 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科宇宙地球科学専攻
学位論文名	Hydrothermal alteration experiments of amorphous silicates: implication to aqueous alteration process of carbonaceous chondrites (非晶質ケイ酸塩の水質変成実験:炭素質コンドライト水質変成過程への応用)
論文審査委員	(主査) 教授 土山 明 (副査) 教授 松田 准一 教授 中嶋 悟 准教授 大高 理 准教授 佐伯 和人

## 論文内容の要旨

炭素質コンドライトは最も始原的な隕石であり、太陽系初期の情報を記録している。中でも CI コンドライトは太陽光球と同じ化学組成を持ち化学的に最も始原的な物質であるが、一方で太陽系形成初期にその母天体で強い水質変成作用を受けていることが知られている。また CM、CR などのコンドライトもそれらの母天体で水質変成過程を経験しており、それらの変成過程は太陽系始原物質の化学進化を考える上で重要である。コンドライトの水質変成過程を研究するために過去に多くの水質変成実験が行われてきたが、これらは結晶質のケイ酸塩やコンドライトなどの天然物質を出発物質として使用した実験であった。一方、赤外線天文観測によると若い星の周りのダストのケイ酸塩は結晶質と非晶質の混合物であり、また始原的なコンドライトである Acfer 094 には母天体での変成を免れた非晶質のケイ酸塩が多く含まれている。太陽系始原物質の化学進化を明らかにする為には、結晶質ケイ酸塩だけでなく非晶質ケイ酸塩の水質変成過程を理解することも重要であると考えられる。

本研究では炭素質コンドライトの水質変成過程を理解するために、CI コンドライト組成の非晶質ケイ酸塩を合成しその水質変成実験を行った。隕石が母天体で経験した水質変成過程の変成条件を明らかにするため、温度(100-200°C)、時間(1-237 日)、水/岩石比(0.1-332)、有機物(アミノ酸)の有無などの条件を変化させて実験を行った。実験生成物は粉末 X 線回折、電界放出型走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡および高速液体クロマトグラフィーを用いて分析した。

実験生成物の分析結果から CI コンドライト組成の非晶質ケイ酸塩と純水の混合物より隕石中に存在する鉱物である saponite、serpentine、aragonite、calcite が生成する事が分かった。生成する鉱物の組み合わせは実験条件により大きく変化し、各鉱物が生成した条件より、CM コンドライトは水/岩石比が 0.1 程度の水の少ない条件下で生成し、CR 及び CI コンドライトは水/岩石比が 0.5 以上のより水の多い条件下で生成した可能性が示唆される。これは過去に隕石の酸素同位体の分析を基に

推定されていた変成条件と同じ傾向である。また実験生成物中のアミノ酸の分析結果より、水質変成反応が進むにつれてアミノ酸の総量が減少すること、アミノ酸の組成比が変化することが分かった。これらはコンドライト中のアミノ酸の振る舞いと同じ傾向である。

## 論文審査の結果の要旨

炭素質コンドライト隕石は有機物を含み、太陽系元素存在度に近い組成をもつ太陽系の始原物質のひとつである。その多くは水質変成作用を受けており、太陽系初期における小惑星での水質変成作用が太陽系始原物質の進化に大きな役割を果たしたと考えられている。このため、炭素質コンドライトに関する分析を主体とした多くの研究がおこなわれ、CI, CM, CR などの化学グループによる構成鉱物の違い（例えば、含水層状珪酸塩鉱物であるサーペンチンとサポナイトの量比など）の原因が議論され、その形成条件（温度、水-岩石比など）が推定されてきた。水質変成作用を理解するために実験的な研究もおこなわれてきたが、一部の含水鉱物（スメクタイト）は水酸化ナトリウムを多量に加えたような天然にはあり得ない条件でしか生成されず、隕石から推定された生成条件が必ずしも正しいかどうかについては、まだ完全に解明されていない。一方、有機物を含む実験的研究も行われているが、水質変成作用により生成される鉱物が、有機物の存在によりどのように変化を受けるのかについてはよく知られていない。

野口氏は上記の問題を解明することを目的として、(1) 非晶質珪酸塩星間塵が太陽系の固体原材料物質であると考えられること、(2) 水質変成をほとんど受けていない最も原始的な炭素質コンドライトには非晶質珪酸塩が存在していることに着目して、非晶質珪酸塩を出発物質とした水質変成実験をおこなった。従来の水質変成実験では、隕石に含まれる無水鉱物を出発物質として水質変成実験がおこなわれてきたため、反応速度が遅いことや化学組成が単純化されすぎていることが問題であったが、非晶質珪酸塩を出発物質として用いることにより、これらの問題も克服した。実験では、太陽系元素存在度に近い非晶質珪酸塩（実験的な制約から鉄と硫黄を除いた）を合成し、100～200°Cにおいて純水との反応でスメクタイトが容易に生成されることを示し、水質反応についての TTT（温度-時間-相変態）図を作成することに成功した。さらに、水-岩石比に着目し、これらの比率を変えた実験をおこなうことにより、従来隕石の研究から指摘されていた炭素質隕石の化学グループによる含水珪酸塩鉱物種の違いが水-岩石比の違いによるものであることを、実験的に示すことに始めて成功した。また、隕石に含まれているアミノ酸を加えた実験をおこない、このような有機物の存在が含水珪酸塩鉱物種には影響を及ぼさないが、炭酸カルシウム鉱物の生成に影響を及ぼし、準安定相であるアラゴナイトが生成されることを示した。これに加えて、炭酸カルシウム鉱物の生成が異なるアミノ酸種の分解速度に影響を与え、炭素質コンドライトで知られている  $\alpha$ -アラニン/グリシン比と水質変成度との関係を説明できることを、予察的に示した。

以上のように、非晶質珪酸塩を用いることにより太陽系初期の水質変成作用に関する実験的研究を大きく進め、惑星科学の分野に新しい知見をもたらした。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。