

受入年度：2022 年度 **前期** 後期・随時

提出日：2023 年 1 月 31 日

共同利用研究の種類： 国際共同研究・一般共同研究・設備共同利用・ワークショップ

課題名：炭素安定同位体を利用した有機物熟成の反応速度論的実験

共同研究員氏名：中村佳博

所属・職名：産業技術総合研究所地質調査総合センター

分担者氏名：芳野 極

分担者所属・職名：惑星物質研究所・教授

研究報告：

[研究背景]

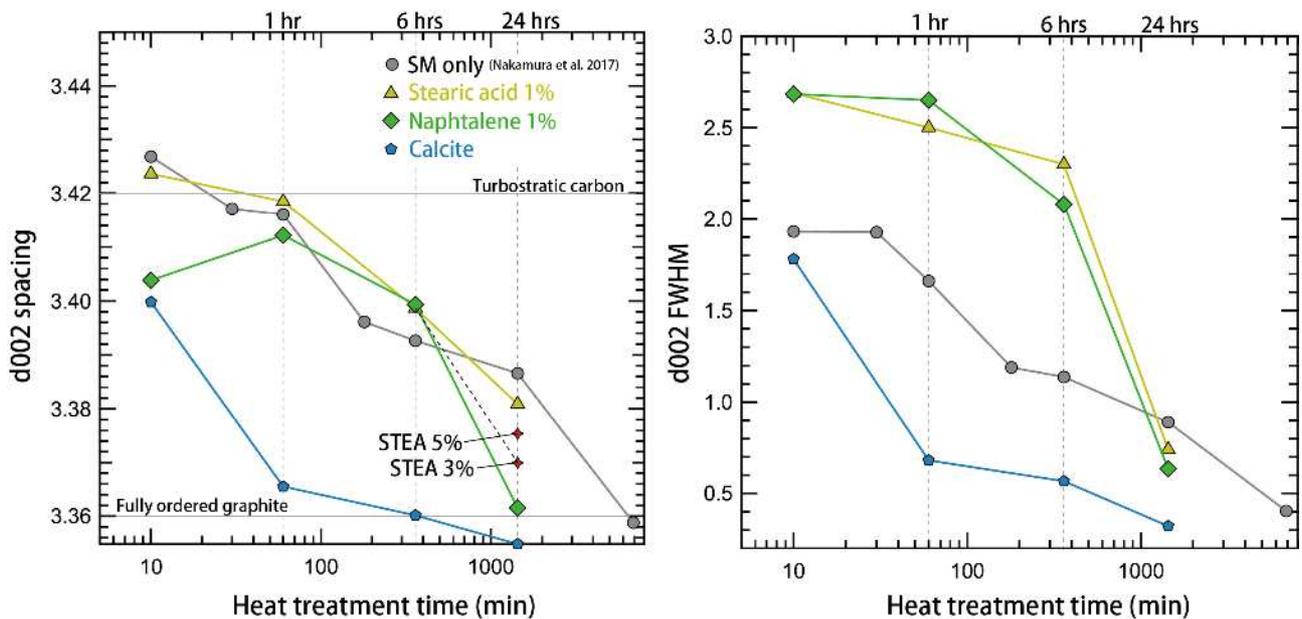
これまでの惑星物質研究所における我々の高温高圧実験から、圧力の影響によって天然炭質物の再結晶化が大きく促進し、地殻内部で炭質物からグラファイトが低温条件で形成することを明らかにした(Nakamura et al. 2017; 2020)。しかし我々の見積もった活性化エネルギーは、完全に天然炭質物の再結晶化プロセスを再現できるものではない。約 1000 万年もの長い継続時間を考慮しなければ 500~700°C という低い変成温度でグラファイトを形成できず、実際の変成作用の継続時間と乖離する点がある。つまり見落としている追加要素(流体・触媒・変形プロセス)を考慮しなければ、変成作用における炭質物再結晶化プロセスを完全に説明できないことを示唆している。

[実験デザイン]

そこで我々は、高温高圧下で COH 流体を発生させ、流体存在下で炭質物の再結晶化がどのように進行するのか高温高圧実験を行った。流体源として利用した有機物は、ナフタレンとステアリン酸である。どちらもダイヤモンドを合成する際に COH 流体源として広く利用されており、多数の研究例がある。当初は、ステアリン酸・ナフタレン端成分で実験を実施しようとしたが、沈殿する炭質物量があまりに少なく非効率であったため、天然炭質物との 2 成分系で高温高圧実験を実施することにした。またカルサイト・炭質物混合物も本研究の比較のため用意した。実験条件は、Nakamura et al. (2017) で最も詳細に温度ごとの結晶度変化を決定した 1GPa / 1200°C で実施した。試料は、14mm の MgO カプセルの中に $\phi 3\text{mm} \times 2$ と $\phi 2\text{mm}$ のプラチナカプセルにそれぞれの試料を詰めて、ピストンシリンダーにて異なる反応時間でグラファイトの合成を試みた。

[実験結果]

我々の実験結果を示す。Nakamura et al. (2017)では1GPa / 1200°Cの場合、約1週間かけなければ炭質物からグラファイトを合成することができなかった。しかし本研究で、2種類の有機物を添加することで、約1日でグラファイト形成を確認し、カルサイトの場合はわずか1時間でグラファイトが形成することを明らかにした。また添加量に関しては、総水素量比をナフタレンで1wt.%, ステアリン酸では3-5wt.%添加するように調整することで、効果的に反応が促進することを明らかにした。非晶質炭素と流体がどのように反応しているのかは、TEMによるナノ組織観察をしなければ判断できない。そのため2023年度に分析を実施予定である。



以上の研究成果を踏まえ来年度は、異なる温度シリーズで上記の同じ図を作成する。この図を利用して傾きと切片から反応次数と反応速度定数を決定できる。それらをアレニウスプロットに落とすことで活性化エネルギーを決定でき、数値としてどの程度活性化エネルギーが低下するのか定量的に議論できるようになる。