

メタン  $\text{CH}_4$  は最も単純な炭化水素であり、太陽系に広く存在する物質である。地球では天然ガスの主成分、あるいは氷中に含まれてメタンハイドレートとして海洋底や永久凍土中に存在する。外惑星(木星、土星、天王星、海王星)と土星衛星タイタンの大気にはメタンが含まれているという分光学的研究も多く報告されている(H. B. Nieman et al., 2005; C. Sotin, 2007; C. Sotin et al., 2005)。一方でエタン  $\text{C}_2\text{H}_6$  は天然ガス中でメタンに次いで多く含まれる炭化水素である。外惑星の大気中にも含まれていることが分光学的研究から分かっており、メタンとともに惑星表面～内部に炭化水素の海を形成していると考えられる(W. B. Hubbard, 1997)。メタン、エタンの海が存在する天王星や海王星の内部は $\sim 10\text{GPa}$ 、 $\sim 2000\text{K}$ の高圧、高温条件であり、メタン-エタン混合系の高圧研究はこれら氷惑星内部をシミュレーションするためにも重要である。

また、一部の多成分系では高圧力を印加すると、分子の結合を維持した状態で分子間力等により化合物(分子間力化合物)が生成される。これまでにメタン-水素系、アルゴン-水素系、ヘリウム-ネオン系、ヘリウム-窒素系などの系で分子間力化合物が見つまっている(P. Loubeyre et al., 1993; S. Bernard et al., 1997; W. L. Vos et al., 1992; M. S. Somayazulu et al., 1996 etc)。希ガスを含む系でも見つまっていることから、分子間力化合物を形成する結合力はファンデルワールスカとは限らないと考えられ、その結合様式そのものも研究の対象とされている。

これまで講演者は卒業研究でメタン-エタン混合系の高圧実験を行ない、その相変化について

明らかにした。低圧力下では1相流体から2相の流体に分離する液相不混和を見出し、 $5.3\text{GPa}$ 以上ではこの系で唯一つの分子間力化合物(X相)の存在を明らかにしている。その組成は実験的にエタン 15% $\sim$ 25%と決めることができた。また、高圧誘起固体エタンの結晶系も明らかにした。

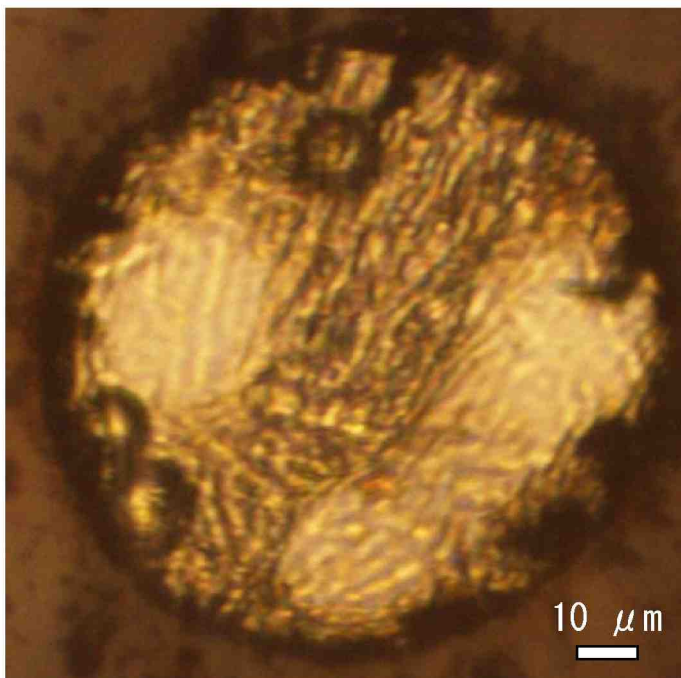
しかし、その分子間力化合物の回折パターンについて一部疑問が残り、その基本構造についてははっきりと述べることはできなかった。そこで卒業研究以降、この点について重点的に追実験を行ってきた。本発表では追実験で明らかとなった点とこれからの研究計画について述べる。

実験は高圧発生装置にダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用い、 $\sim 20\text{GPa}$ まで発生させた。圧力の測定はルビー蛍光法を用いた。試料の充填は試料室にメタン、エタン以外の物質が入らないようにガス詰め法を用いた。またガasket材にはSUS304を用いた。試料評価は放射光を用いた多結晶X線回折、ラマン分光法、光学顕微鏡によるその場観察を行った。

これらの追実験の結果、メタン-エタン混合系の分子間力化合物の本質的な回折線を4本決めることができた。また、結晶化の過程で一時的に非平衡な相が生まれるメカニズムについて明らかにすることができた。

今後、分子間力化合物については単結晶を作成し、回折線を得られるような工夫が必要である。また、天王星、海王星の条件を再現するためにレーザー加熱による高温高圧実験を行なう予定である。

(座長: 太田 哲平)



針状結晶(X相)と球状のメタン

## 次回のお知らせ

日時: 9月 26日(水) 17時より

発表者: 坂田澄恵(生物圏変遷科学1年)  
澤田大毅(地圏変遷科学1年)

座長: 伊藤穂高(地圏変遷科学2年)  
西村直樹(地球変動科学2年)

## 連絡先

小澤 佳奈(地球変動科学4年)  
kanaoz@geol.tsukuba.ac.jp  
大山 広幸(岩石学3年)  
ohyamah@geol.tsukuba.ac.jp  
興野 純(鉱物学)  
kyono@geol.tsukuba.ac.jp



筑波大学 地球進化科学