

氷を極める

理数科2年 佐藤 淳一 藤田 亮 中島 裕太
林田 衣恵 古田 桃子

1 主題設定の理由

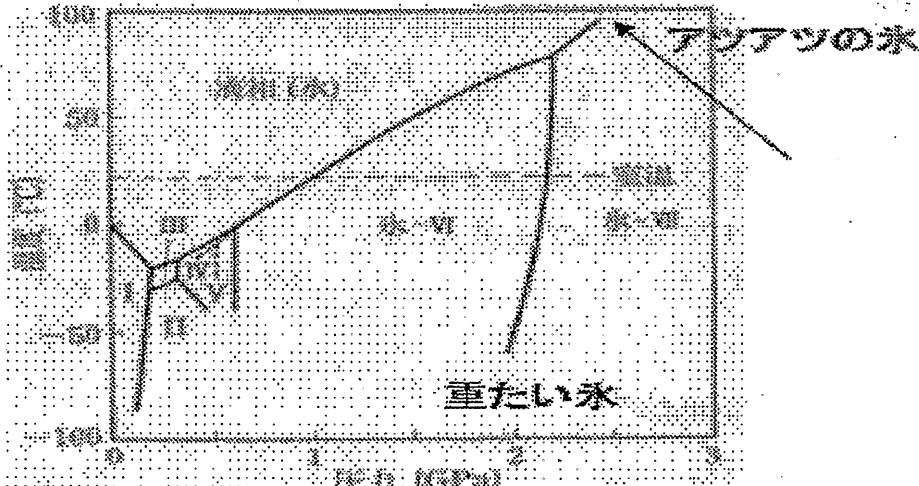
私たちが普段生活している日常では、状態変化とは温度の変化によるものだと考えてきていた。しかし、今回福岡工業大学で物質の状態変化は温度だけでなく圧力も大きな関係性を持っているということを学び、物質の状態変化と圧力の関係性についてもっと深く知りたくなったためこのテーマにしました。

2 調べた内容

1. 物質が状態変化するときの条件

まず気体でも、液体でも、固体でも、物体の分子は熱運動をしています。そしてそれは気体から液体、液体から固体となるにつれて弱くなります。つまり液体の水から固体の氷を作るには、水分子の熱運動を弱くすればよいのです。そのための条件に一つめは温度を下げる。二つめは圧力をかけるということが挙げられます。

2. 高い圧力の氷



左図のグラフのグラフは横軸に水にかける圧力、縦軸にその水の温度を示したものです。私たちが普段見ている氷は0.1 MPa の下では0°Cで固体になり、100°Cで気体になります。しかし、グラフを見て分かるように高い圧力をかけると一時的に水の融点は下がります。この現象はアイススケートなどでも見ることができます。人が氷の上を滑ることができるのは、人が氷の上に立つとその場だけ圧力が高くなり、水の融点が下がり足下の氷が溶けて水になるためすべることが出来るのです。

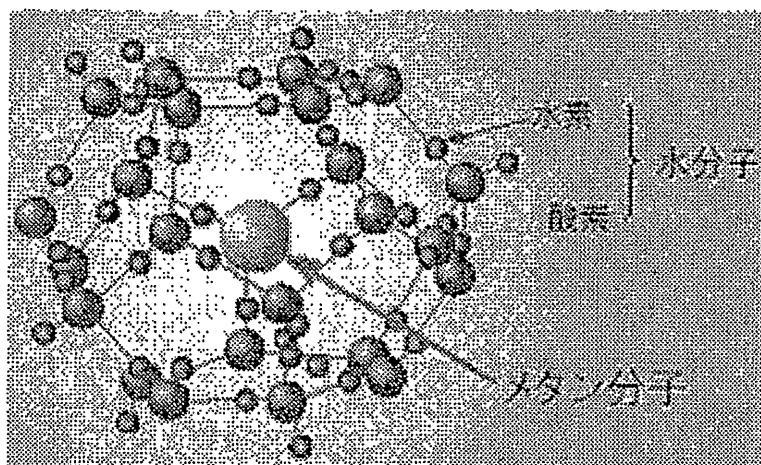
先ほど水に圧力をかけると融点は上がると言いましたが、さらに高い圧力をかけるとグラフを見て分かるように水の融点は上がり始めます。水の温度が室温でも、一万気圧つまり普段生活している一万倍の気圧の下だと水は凍ります。この氷は氷VIと呼ばれています。二万気

圧になるとこの氷VIが溶け始め、また新しい氷VIIという、より密度の高い氷に変わります。これらの氷VIや氷VIIは一気圧の下でできる氷よりも密度が高いため、水に沈むことが出来ます。また氷VIや氷VIIは高温でも溶けません

3. 新しい燃料メタンハイドレード

(1) メタンハイドレードとは?

メタンハイドレードとは $\text{CH}_4 \cdot 5.75\text{H}_2\text{O}$ からなる固体物質のことです。見た目が氷に似ており、火をつけると燃えるため「燃える氷」と呼ばれています。このメタンハイドレードを燃焼すると二酸化炭素の排出量が石油や石炭を燃やしたときと比べて半分になるということから新しい燃料として注目されています。しかしメタンハイドレードは海底や永久凍土層の中にあり、販売して得る利益より採掘するときに使われる費用の方が高いため、今は研究用でしか採掘されていません。

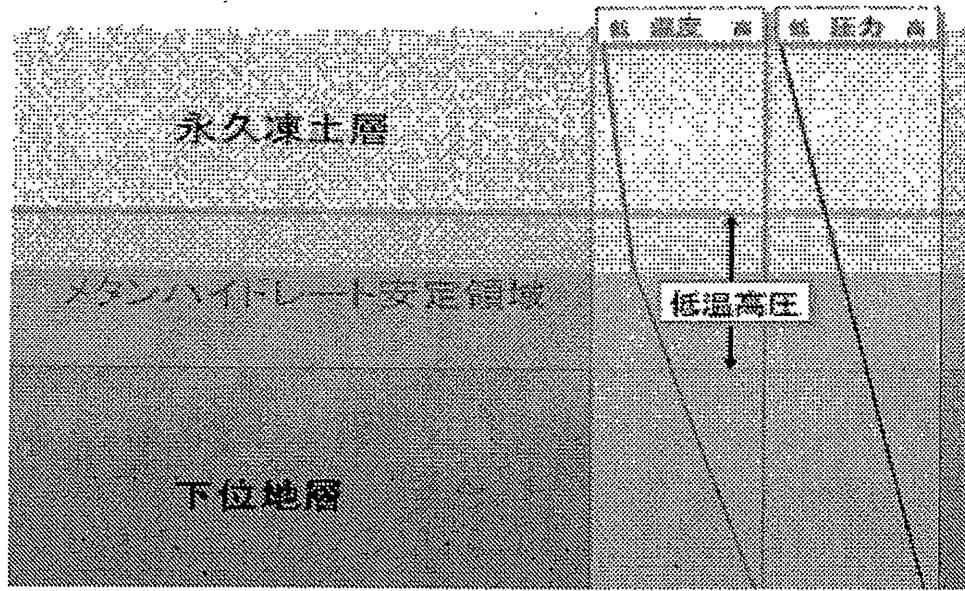


メタンハイドレードの化学式は $\text{CH}_4 \cdot 5.75\text{H}_2\text{O}$ です。分子構造は上図のように水分子が「かご構造」をつくり、その「かご構造」の中にメタン分子を含んでいるというものです。

環境によって異なりますが、一立方メートルのメタンハイドレードを分解させると約 160~170 立方メートルのメタンガスを得ることができます。すなわちメタンハイドレードは地震の体積の中に約 160~170 倍のメタンを取り込むことができるということになります。

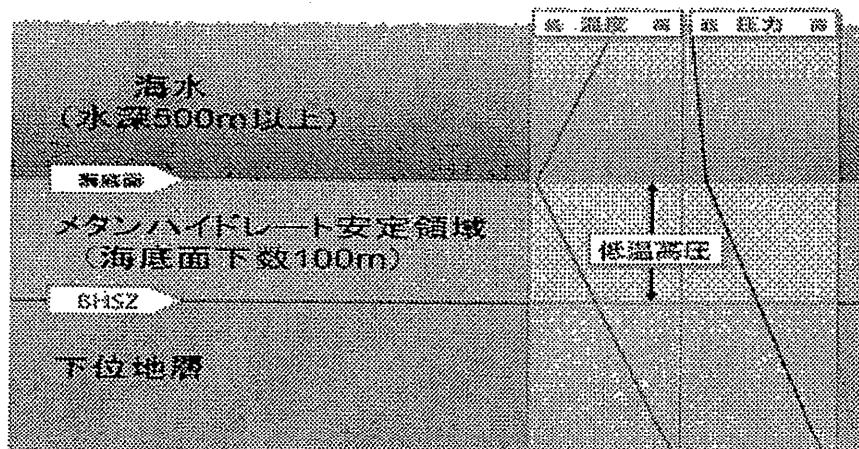
(2) 陸上のメタンハイドレード

陸上で天然のメタンハイドレードが存在するためには 10 気圧以上の圧力がかかり、さらに温度がマイナス 30 度以下という条件が必要です。そのため陸上のメタンハイドレードは地層の重みがかかり、圧力が高くなる極地方の地層中にメタンハイドレードが存在する可能性があります。ところが地球は地下へ行けば行くほど地熱で温度が高くなっていくためメタンハイドレードが存在できなくなります。しかし、極地方には永久凍土層という地層が存在するため地下数百メートルまで凍った地層が存在し、メタンハイドレードが存在することができる条件を満たすこともあるのです。つまりメタンハイドレードは図のように永久凍土層と地下地層の間でしか安定して存在できる安定領域がないのです。



(3) 海底のメタンハイドレード

先ほどメタンハイドレードは低温高圧の下で存在できると言いましたが、低温といつても、圧力が高くなれば氷が溶ける温度である低温でもメタンハイドレードは存在することができます。そして、この環境を実現する場所が、水深数百メートルの深い海です。水深500メートルの深い海の底では、水圧のため圧力が50気圧程度になります。また水温は水深とともに低くなり、最終的には海底付近で4°C程度になって、メタンハイドレードが存在できる環境となります。そして、水深が深くなればなるほど圧力は高くなるので、水深数百メートルであればメタンハイドレードが存在できる条件が整うのです。しかし、これもまた地熱のため地下深くになればなるほど温度が上昇していき、ある程度の深さに達するとメタンハイドレードが存在できない温度になってしまいます。海底から、メタンハイドレードが安定して存在できる安定領域はこれまでの調査結果では最大でおよそ400メートル程度となっています。つまり、これも陸上のメタンハイドレードと同じように図のように圧力と温度の条件があてはまる場所でしか安定領域がないのです。そして日本近海にはその条件に当てはまる場所があります。1996年に発表された論文では日本近海には日本が消費する天然ガスの約96年分のメタンハイドレードがあると発表されました。



3.まとめ

液体である水から固体の氷をつくるための方法は「温度を下げる」というもののほかに「液体にかける圧力を高くする」というものがあります。この方法によってつくられた氷は0℃を超えたとしても溶けることがありません。

メタンハイドレードは新しい燃料として注目されていますが、現在は販売して得ができる利益より採取するのにかかる費用の方が高いため現在は研究用でしか採取されていません。

4.感想

僕は今回の課題研究で氷は高い圧力をかけなければつくることができるということを知り、氷は温度を下げるこことによってでしかできないと思っていた自分の中の常識が覆されたのと同時に、新しいことを学ぶことによって生まれる驚きや喜びを知ることができました。この体験を忘れることなく、これから自分の進路にいかしていきたいと思います。

佐藤 淳一

自分は、今回の課題研究で初めてメタンハイドレードという物質の存在をしりました。おそらくこの世界にはまだ知られていない新しい燃料がまだ眠っているのだと思います。このメタンハイドレードの研究とともに新しい燃料の開発も進んで自分たちの生活がよりよくなつてほしいと思いました。

藤田 亮

課題研究では普段の授業の中では学べないようなとても深いところまで自分からすんで学んでいくことができたと思います。いつもしている勉強より楽しくできたと思います。

中島 裕太

今まで日本にはエネルギー資源などなく、外国からの輸入に頼るしかないと思っていたけど、実は、まだ知られていないエネルギー資源が日本近海の海底にはあり、今はまだ採掘されていませんがこれからまだまだ研究の余地があるということで、これから日本のエネルギー事業が今よりさらに豊かになってほしいと思いました。

林田 衣恵

今回の発表会のために福岡工業大学に行き、さまざまな実験器具を見ることができました。この課題研究のおかげで今まで自分が知らなかった研究内容などを知ることにより、今にも増して大学で勉強したいと思うようになりました。この気持ちを忘れることなく勉強に励みたいと思います。

古田 桃子