

固体・液体・気体

9月2日までのサイエンスショーは、「マイナス200度の世界」というテーマで液体窒素を使った実験を行なっています。空気には、私たちが生きていくのに必要な酸素は2割くらいしか含まれていなくて、残りの約8割のほとんどは窒素です。液体窒素は、その窒素を-200℃くらいまで冷やして、水のような液体になったものです。

サイエンスショーでは、まず最初にガラスの容器に液体窒素を入れて見てもらうのですが、このとき「何に見えますか？どんなふうに見えますか？」ときいてみると、「ドライアイス！」という声が返ってくる場合があります。液体窒素は水のような液体で、ドライアイスは白い固まりですから、見た目には全く違います。ただ、白いあやしげな煙のようなものが流れていくようすが似ているので、ドライアイスって思うのでしょね。



写真1：液体窒素から白い煙？

この煙のようなものは、液体窒素やドライアイスでまわりの空気が冷やされて、空気中の水蒸気が小さな水滴や氷の粒になったものです。水蒸気は私たちの目には見えませんが、小さな水滴や氷の粒になると私たちの目にも見えるのです。やかんでお湯を沸かしたときに、やかんの口から出ている湯気(ゆげ)も水蒸気そのものではなく、水蒸気が冷やされてできた小さな水滴なのです。

ただ、お湯を沸かしたやかんから出てくる湯気は上にあがっていきませんが、液体窒素やドライアイスから出てくる白い煙のようなものは下へ下へと流れていきます。小さな水滴や氷の粒は、まわりの空気や水蒸気の流れに流されています。やかんの湯気は、熱い水蒸気が上へあがっていく流れにのって上にあがっていきませんが、液体窒素やドライアイスの煙のようなものは、冷やされて密度が高くなったまわりの空気によって、下へ下へと流れていくのです。

ですから、「ドライアイス！」という声は、この白い煙のようなものが上へあがっているか下にさがっているかの違いを知らず知らずのうちに観察して、「お湯が沸騰しているのとは違う」と感じているのでしょね。

でもドライアイスと液体窒素は違いますから、「ドライアイス！」という声に「ドライアイスってこんな水みたいなものだったっけ？」ときいてみると、「ドライアイスをとかしたもの！」という返事が返ってきます。でも、ドライアイスの融けたものって見たことあるでしょうか？

ドライアイスは、二酸化炭素を冷やして固体にしたものです。暖かいところに置いておくと、だんだん気体の二酸化炭素に変わって行って、ドライアイスは消えてなくなってしまいます。暖かくても融けて液体になることはありません。しかし、例えば氷をいきなりフライパンで熱しても、一旦融けて液体の水になってから沸騰して気体の水蒸気になります。どうしてこのような違いがあるのでしょうか。

固体のドライアイスから気体の二酸化炭素になってしまうということは、液体の二酸化炭素というものの自体が無いのかということそうでもありません。気圧を5.1気圧より高くすると、液体の二酸化炭素というものも存在して、ドライアイスを暖めると一旦液体の二酸化炭素になって、それから気体の二酸化炭素になるのです。でも、1気圧では固体のドライアイスから液体にはならず気体の二酸化炭素になります。

そこで、いろいろな気圧と温度で、固体・液体・気体のどれになるかを調べると右の図のようになります。すると、二酸化炭素も水も同じような形の図になっています。ただ、3本の線が交わっているところ(三重点)が、二酸化炭素ではずいぶん上の方ですが、水では下の方になっています。このため、1気圧の元で温度を変化させたとき(点線A)に、二酸化炭素では固体と気体だけで液体が存在しませんが、水では固体(氷)・液体(水)・気体(水蒸気)と変化します。

しかし、水(氷・水蒸気)でも気圧が低いと液体の水が存在しなくなります。例えば、点線Aに沿って水を凍らせた後、点線Bに沿って気圧を下げていけば、氷の状態から水にならずに水蒸気へと蒸発してしまいます。このようにして食品から水分を蒸発させることをフリーズドライ製法といって、インスタント食品などでおなじみですね。

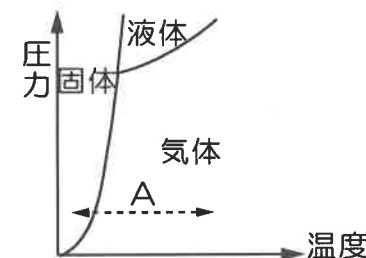


図1：二酸化炭素の相図

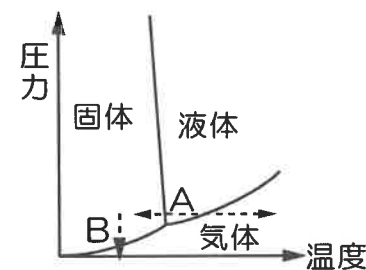


図2：水の相図

(長谷川能三：科学館学芸員)