



ラウエ写真で何が分かる？

大倉 宏（物理担当学芸員）

結晶の形(構造)の違いは、その結晶のもつ対称性から7つの晶系に分類することができます。結晶構造を調べる最初の一步は、その結晶がどのような晶系に属しているかを明らかにすることですが、X線を使って撮影した用いたラウエ写真で、それを調べることができます。

写真1は、食塩の模型です。この模型を90度回転させても元とおなじ状態になります。物理学では、操作の前後で状態が変わらないとき、「対称性がある」といいます。食塩の結晶は回転対称性がある、ということになります。

360度1回転するあいだに、4回同じ状態が現れますから、90度の回転についての対称性を「4回回転対称」と呼びます。独立な回転軸は3本あり、それぞれ直交しています。

おもしろいことに、見る向きを変えると対称性が変わります。写真2は斜め上から見た食塩結晶模型です。辺が手前に来ていますが、この辺と奥になって見えない辺を結ぶ軸での回転を考えてみましょう。今度は90度では回転重ならず、180度回転させなければなりません。つまり、辺と辺を結ぶ軸に対する回転対称性は「2回回転対称」なのです。食塩は、6本の2回回転対称軸を持っています。

さらに頂点方向から眺めてみまし

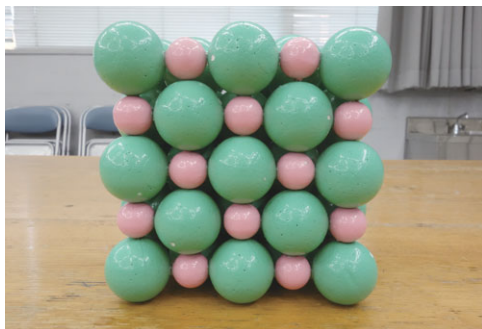


図1. 食塩の結晶模型



図2. 斜め上から見たところ

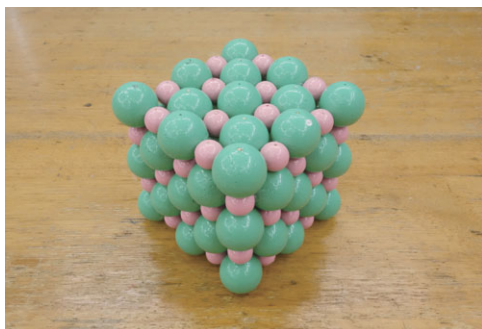


図3. 別の角度から…

よう(図3)。頂点と向こう側(見えない側)の頂点を結んだ軸については、120度の回転で重なります。「3回回転対称」なのです。この回転軸は4本あります。

食塩はとても対称性の高い晶系です。その基本格子(単位胞)は、サイコロと同じ立方体で、立方晶と呼ばれています。4本の3回回転軸を持つ立体図形は立方体しかありえず、4本の3回回転軸があれば、必ず3本の4回回転軸と6本の2回回転軸があることが、群論という数学から導くことができます。

結晶がどのような晶系に分類されるかは、回転対称性から分かり、図4のように7つの晶系に分類できることが知られています。

結晶に連続X線を当てると、ラウエパターンと呼ばれる斑点模様があらわれます。ラウエパターンは元の結晶と同じ対称性を持っています。

図5の上段は、食塩の結晶にそれぞれ異なる向きからX線を当てて撮影したラウエ写真です。下段に対応する向きから撮った食塩の結晶模型を配しました。同じ対称性が現れているのがお分かりでしょうか？

このようにして、X線を用いれば、結晶の持つ対称性が変わり、結晶の持つ対称性が分かれば、晶系が分かるのです。

ここでは、晶系がどうやって決まるかを説明しましたが、X線を使った結晶の研究方法はいろいろあり、別の方法で、格子定数と呼ばれる原子と原子との距離、原子の並んでいる角度が測定されます。

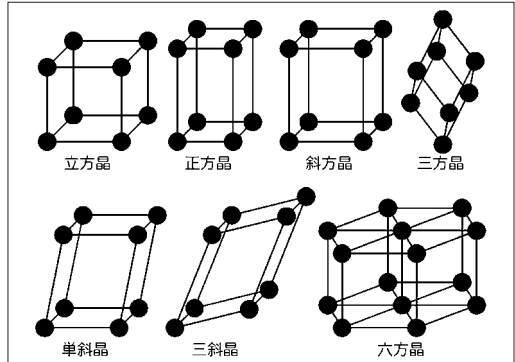


図4. 7つの晶系

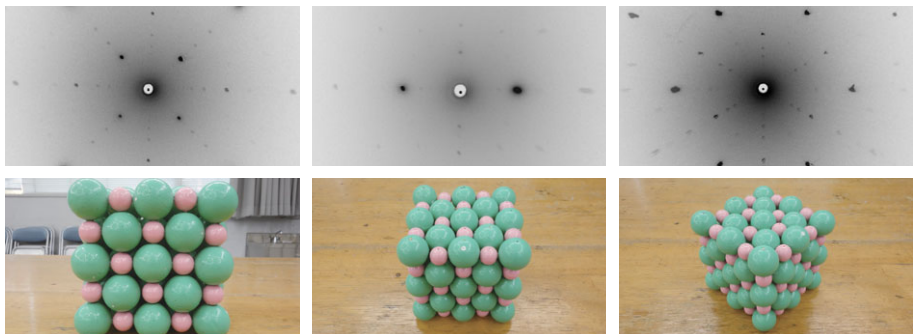


図5. ラウエ写真は大阪府立大学久保田佳基教授提供