

高飽和状態における結晶集合体の形態について

高校 2 年の夏から断続的に行ってきた実験について、高校 3 年の時にまとめた文章が以下のものであるが、今更ながら多少加筆してまとめたので自分のサイトに載せてみた。いろいろと化学実験室を汚して先生や助手さんに迷惑をかけた挙句、何も結果が残らなかったが、いい思い出としてこうした文章に残しておこうと思ったためである。もちろん、優秀な後輩の高校生がこの文章を見て、実験をさらに展開して何らかの結果を残してくれればうれしい事この上ないの言うまでもない。

~~~~~

昨年の夏より、行き当たりばったりで進めてきた実験だが、様々な回り道によって、新たに気付かされたことも少なくないので、一度ここでまとめようと思う。

### 1. 今までに行った実験の数々

#### (1 - 1) グルタミン酸ナトリウムによる「カリフラワー」作り

最早、忘れてしまいそうだが(笑)、一番初めは、ビーカーに入れたグルタミン酸ナトリウム飽和水溶液にフェルトを入れて、晶出させるという実験を行った。

その様子の写真を以下に示す。





下側の写真のように、初めは球状の集合体が晶出するが、あるところまでいくと針状の集合が現れるようになるというのは、特筆すべき事柄であろう。

また、「フェルト法」では球状になるが、プレパラートに水溶液を薄く塗って乾かすという方法を行うと、平面的な放射状に集合した針状結晶が見られるが、本質的には球状と変わらないと見てよいだろう。

この「塗って乾かす法」でグルタミン酸ナトリウムを結晶させるときに、湿度の高い日は放置するだけで放射状集合が見られるのだが、乾燥している日には、プレパラートをガラス容器の中に入れるなどして、水の蒸発の速さを遅くしないと白い粉上の結晶が出るだけになってしまった。これも重要な点であろうから、ここに記す。

#### (1-2) 尿素による「花」

「カリフラワー」と同様の方法でできるということで行ってみた。実験結果と、ネット等で様々な人の行っている実験結果を比較してみても、こちらは、常に針状集合しか現れないようである。



### (1-3) 塩化アンモニウムによる形態の違いの観察

現在、実験の「主役」は塩化アンモニウムに落ち着いている。この物質に着目したのは、自然において「塩化アンモン石」という鉱物として、樹枝状集合で産することが有名であったからである。

実際に、常温で水溶液を放置すれば、雪のような樹枝状結晶が晶出する。

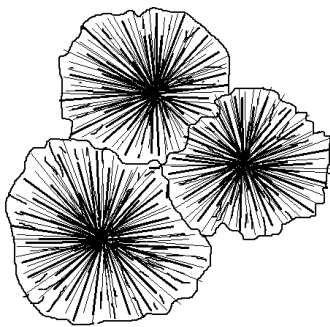
しかし、これを晶出させる温度を変えるとその形態が変化する。

まず、グルタミン酸ナトリウムで行った「塗って乾かす法」を 80~90 の飽和水溶液を塗り、それを冷蔵庫内で蒸発させると、多くは粉上の結晶になるが、中には以下のような「乱れた樹枝状」の結晶が見られることがある。



こんな感じの「乱れた樹枝状」

さらに、ホットプレート上でシャーレに入れた水溶液を 80~90 程度に保った状態で水を蒸発させるという実験を行った。すると、水面上にまさにグルタミン酸ナトリウムと同じような放射状の結晶集合が、ごく短時間だが現れた。この様子は撮影したいところだが、結晶が微細で透明であること、蒸気でレンズが曇ってしまうこと、などにより未だ達成されていない。よってこれも以下のイラストで示す。



針状結晶の放射状集合の一部

## 2. 結晶成長のシミュレーションによる研究

一般に結晶集合体の形態の研究はこれから、という様に思われているが、実際にはコンピュータシミュレーションによる研究が幾つか為されている。そのうちの1つを以下にリンクを張る。

[http://www.shizawa.mech.keio.ac.jp/index/research/metal\\_finger.html](http://www.shizawa.mech.keio.ac.jp/index/research/metal_finger.html) より

『反応-拡散系理論に基づくフラクタル結晶成長の

自己組織化モデルの構築とそのシミュレーション

Modeling for Self-Organization and Simulation for Fractal Crystal Growth

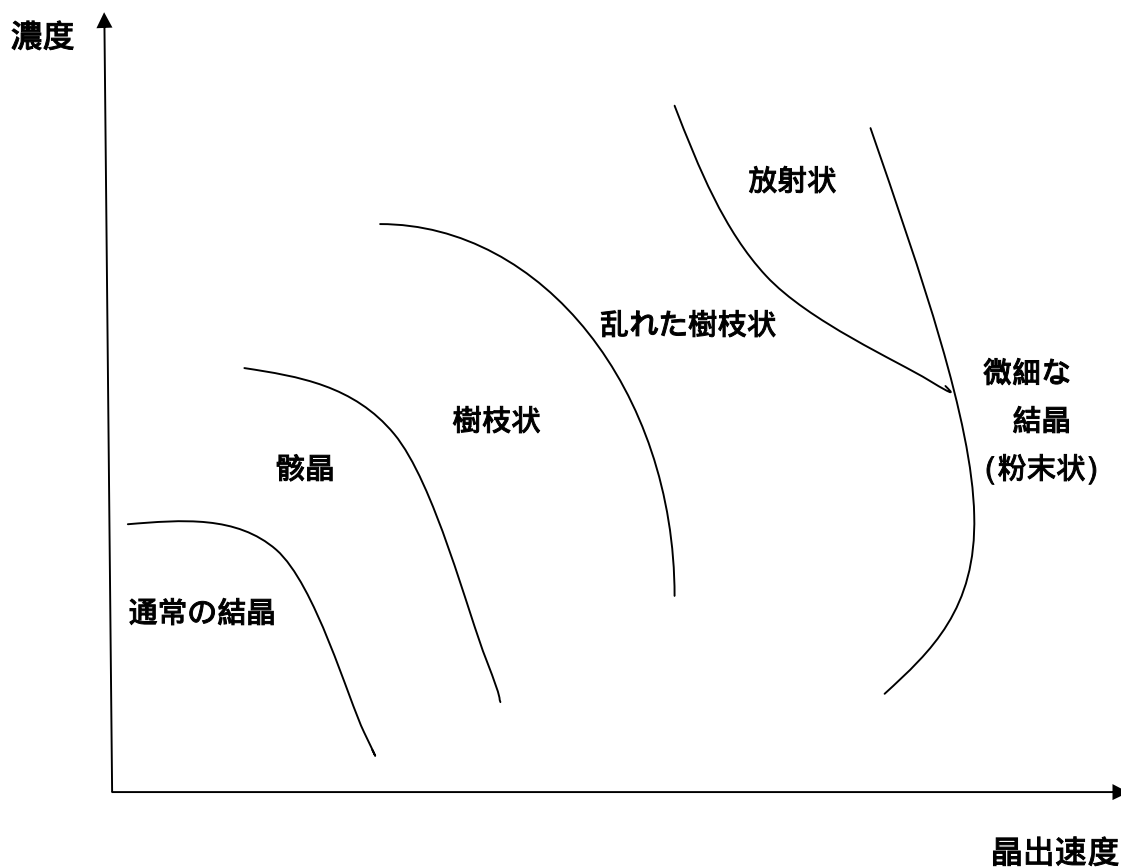
Based on Reaction-Diffusion Theory』

(注 このシミュレーションでは樹枝は6方に対称な枝が出ている。一方、塩化アンモニウムでは4方である。これは、単結晶の形の違いによって角が変わるからということであって、成長の仕組みとしては何ら変わらないものである)

### 3. 実験結果と“経験”から考えられる形態変化

1章で紹介した私の行った数々の実験結果と、2章で紹介した研究、さらに結晶学で広く認められている事柄や、天然に産する鉱物の様子などの“経験”から、結晶集合体の形態変化を考えてみた。

その様子の概形を以下の図のようにまとめた。



物質がどのような集合体で出るかは、「溶液の濃度」と「晶出速度」で決まると考えられる。通常の状態、溶液から結晶を作ったときに物質ごとに集合体の形が異なっているのは、主に物質ごとに溶解度が違い、そのため飽和水溶液の濃度が変わるからだと考えられる。

すなわち、物質の種類によらず、「濃度」と「晶出速度」を調節できれば同じような集合体を作れるかもしれない。

#### 4. 今後の課題

そうとはいえ、そのような都合のよい調節ができないから大変なのである……  
もっとも、大変だからこそシミュレーションがなされているのだが、かといって「現物」が得られることの価値が減るものではない。実際に結晶の形が記録できればいいが、温度条件や蒸発速度などといった条件を一定にするのは大変難しい。結晶の溶解や析出に際して熱の出入りが大きいから、思うようにはいかない。

ところで、塩化アンモニウムの水溶液からの再結晶が樹枝状になるというのは、広く有名な話だが、温度を上げることで、しかも 80~90 という「一般的な」温度において、放射形に変化するというのは、着目すべき点である。今後もこの物質に焦点を当てていくべきだと思われる。

また、一番初めの実験である「カリフラワー」は謎多き実験である。一般に溶液や融液中では、ここまで見てきた「法則」などが成立すると思われるが、「フェルト法」でそのようなものが適用できるか、疑問が残る。また、結晶集合体の形が変わったということも疑問である。

いずれにしても、分からないことだらけの分野なので、とりあえずは 3 章で見た結晶集合体の形態変化の概観を確かめることが先になるだろう。