▶OfByForコラム◀

地域の地域による地域のためのSomething NEWS

第⑭回

「結晶」から地域の可能性を読み解く

――転位という欠陥こそが主役なり

一般社団法人 洸楓座
一般社団法人efco.jp
代表理事 佐藤 建吉

▼金属の結晶

今回は「結晶」についてとりあげたい。読者の中には、ソーラー・モジュールでの「多結晶」・「単結晶」という種類分けで「結晶」という言葉に接している方が多いかもしれない。あるいは、「結晶」よりは「クリスタル」の方が身近という「セレブな生き方」をされている読者もいるかもしれない。

しかし、ここで述べたいのはもう少し一般人向けで、今回もやはり「地域」との関わり、つまり〝OfByFor〟の視点からの「結晶」についての私論である。

▼「結晶」の成り立ち

「汗の結晶」や「汗と涙の結晶」、あるいは「愛の結晶」などと、「結晶」ということばが用いられている。前二者は、おそらく汗の成分の「塩」を、後者は「子供」を指しているだろう。こうして、苦労や努力、あるいは偶然が支配して生じた成果を「結晶」といい、まさに価値あるものを得る苦労や大切さを表現している。それは、「結晶」を得るための過程である「結晶化」の重要性を意味しているといえる。

ここで「結晶化」の本来の意味を考える。それには、まず結晶がつくられる「種」となる「核形成」が先行して行われることが必要だ。その後「結晶成長」し、ある大きさの結晶になる。それは、時間を要する時間過程でもある。

そしてソーラー・モジュールの例からも分かるように、結晶には単結晶と多結晶の二つがある。

▼単結晶体

ある混沌の中で、一番最初に〝この指とまれ〟と言う者が現れ、そのグループの結晶化が始まる。これが「初出」である。これが、このグループの核形成であり、結晶成長する「核」であり、前述の「種」である。

その一つの核に、右倣いして、上下左右縦横の3次元に整列したものが、結晶の成長であり、ある大きさの体積を占めたものが、「単結晶体」である。

単結晶モジュールは、シリコン（Si）の単結晶体であり、発電特性が良好であるといわれている。筆者は、かつてニッケル基超合金の疲労の研究をしていたが、それはジェットエンジンなどの耐熱材料に用いられている。さらに、応力集中という破壊要因をなくするためにも一方向凝固の単結晶体の素材が用いられている。

▼多結晶体

単結晶では、〝この指とまれ〟を一人しか言わなかったが、現実の世の中では、この言葉を発する場合が多い。一つの政党でも、派閥というグループが存在するが如くである。

材料の「結晶化」でも同様であり、異なる場所で同時に「初出」、すなわち〝この指とまれ〟が起こる。これが核形成であり、それに倣い結晶成長する。その指の向きや傾きが、それぞれ異なるので、結晶成長すると、ある位置で衝突し、対立する。それが3次元的に起こるので、それぞれの単結晶で境界づけられた異なる体積や形状からなる多くの結晶体が出来る。こうして「多結晶体」がつくられる。境界は、結晶粒界と呼ばれている。**Ⅱ図参照**

▼現実の結晶体

鉄や銅、アルミニウムやシリコン、あるいはセレブが好きな金やダイヤモンドも、それぞれの元素の特性に依存したある大きさの結晶体になりえる。しかし、純粋な単結晶体をつくることは困難であり、不純物が混じった合金や多結晶体になるのが現実である。大きめの多結晶体から単結晶体を切り出すことはできるが、逆はできない。

結晶は、本来は欠陥が無く規則正しく整列したものであるが、現実には欠陥が存在する。代表的な欠陥に、「転位」（ディスロケーション）がある。

転位は、格子状に規則的並んでいる結晶の原子配列に、包丁の厚さに相当する一列の原子面が余分に食い込んだ「刃状転位」というのがある。この余分な原子面は、隣の正規の原子列の相手と容易に交換できるので、すべり移動できる。

実は刃状転位こそが、鉄や銅、アルミニウムなどの金属が、引っ張りや曲げなどの負荷により変形するときの基本的な変形機構となっている。転位は、外見上は欠陥の存在であるが、その材料の特性を作り出す重要な存在でもある。

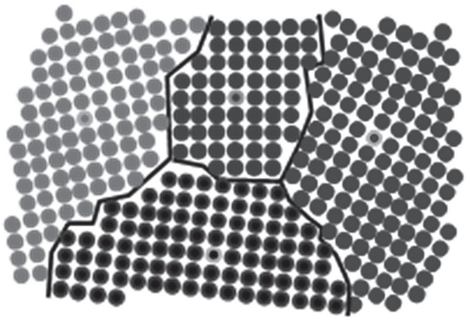
▼地域活性化の旗手・転位

多結晶を都道府県とみなすと、結晶粒界は県境に相当する。材料（日本）を構成する原子（日本人）は同じであっても、地域特性（県民性）には違いがみられる。それを特徴づけるのは、経緯度や自然環境も原因するが、結晶粒（地域）の種（知事）とともに、転位（地域活動家）である。

転位の大きさは、原子の大きさに依存するので、2～4オングストローム（Å、1億分の1センチメートル）の大きさと極めて小さいが、大きな効果を創り出すことが出来る。結晶の中での転位の存在割合は、十億分の一の程度も大きな存在で、意味ある効果をつくる。この転位については、別号でもさらに述べる予定である。

結びに、転位のアナロジーとして、小さな「地域活性家」の存在は、地域を動かすプロモーターとしての存在であり、人財であると指摘したい。

核形成で成長してできた多結晶と結晶粒界のモデル



▶ソーラー・モジュールの多結晶模様