動態結晶学

Dynamic Crystallography

— シンポジウム後記 —

竹内 慶夫 (Yoshio Takéuchi)*

シンポジウムの編集をされた砂川博士より傍聴記を書くようにとの御依頼があったが、結晶成長、相転移研究の問題点と題して夫々の指導的立場の方々より端的に将来の指針が述べられている以上、今回に限り傍聴記なるものは全く得体の知れぬ記事となり、それを書く価値は無い様にも思われたが、原稿の量が指定頁数の倍近くになってしまったついでに、表題の形式で2, 3枚の蛇足をつけ加へさせていただくことにした。“Dynamic Crystallography”という言葉を口にされたのは私の知る限り定永教授が初めてで、ここに云う“動態結晶学”は適否はともかく、その訳語の積りである。結晶学的には結晶中の原子配列の変化を追跡するという点で、相転移或いは構造変化の研究は原子の動きを対象とするものであり、また、結晶成長の問題は文字通り原子の動態の過程を辿る学問であるから、これら現代鉱物学に於ける主要課題は一つにまとめて“動態結晶学”の名の下に統一しても良さそうである。吾々が結晶学的にこれらの問題を研究するにしても、その現象の主要な基盤となるのは熱力学であるから、砂川博士の言を借りて云へば「固体物理学と地球科学との間にかけられた橋は、結晶成長機構についての理解を通じてかけられる」と云うよりもむしろ、「現代鉱物学は固体物理学との間により堅固な橋をかけなければならない」と云うべきであろう。

相転移前駆現象の研究は古く、Mügge が barium chloride の前駆的な双晶を発見した 1888 年に始る。その後 nickel sodium uranyl acetate についても転移温度の 2, 3 度前で前駆的双晶が見出され、更に aragonite においては広い温度範囲にわたって、そのような双晶が発生することが報じられており、これら数々の例は 1926 年 Friedel によって記載されている。一方、結晶形態の研究はよりはるかに古く、古典的鉱物学の主役であったことは申すまでも無い。これらの研究が鉱物学者の手によって強力に続けられなかった理由は、当時鉱物の原子的構造に対する十分な知識が得られなかった為であろう。上記 Friedel の仕事に続く 40 余年の間に、結晶構造の研究が複雑な一つの鉱物種を明確に定義し、それを理解する基盤を与へ、その上に立って鉱物学の大系が築かれた。現在に至って、結晶の成長、或いは常態以外に於ける結晶の研究が盛んになりつつあるのは、勿論社会的影響を無視するわけには行かないが、その背

* 東京大学理学部鉱物学教室

景にあるこのような歴史的過程に依るものと思われる。

砂川博士の云われるように、結晶の骨組みは「よく研究されて」いる。しかし乍ら、現在の構造研究は方法、精度、能率の上から云って質的に飛躍的な進歩を遂げた段階にあることの認識を忘れてはならない。この段階に入った歴史は浅く、これも、その名称の適否はともかく、鉱物のいわゆる“精密解析”こそ、現代鉱物学の基礎をなす。それは、決して「よく研究されている」ものではなく、今後の発展が強力に推進されなくてはならない性格のものである。鉱物の“精密解析”の成果が、このシンポジウムの中にも現れている。エピタキシャル成長が白雲母と金雲母でその様相を異にすることを見出した佐藤氏の報告がそれで、その相違を構造的にある程度説明出来るのは、過去数年に於ける雲母構造研究の成果であると云って良い。もし仮りにK原子の y パラメーターとエピタキシャル成長との相関が実際に在るものとすれば、構造の研究は、この y パラメーターを自由にある範囲内でコントロールする知識を与えているから、その範囲内で吾々はエピタキシャル成長をコントロールすることが出来得ることを指摘しておきたい。精密解析は一方において、原子の動態を B_{ij} パラメーターの形で描き出ることが出来るから、このパラメーターの物理的解釈は別として、それが動態結晶学の一つの基盤を為すことは勿論である。

このシンポジウムに於いて、いわゆる一般的な転移双晶と、前駆的双晶とが混同された一場面があったように記憶している。高須博士が16 mmの映画で示された例は低温型の双晶が昇温で消失し、降温で再現する前者の場合であり、一方後者は昇温によるobliquityの減少、高温型を擬装した双晶集合体の出現、更にそれらの均一な高温型への統合という一連の過程の中に現われ、注意深い回折現象の追跡によって、その詳細を知ることが出来る。後者の場合をもし光学的に研究したとしたら、或いはそのような過程を確実に見出すことは不可能であるかも知れない。従って、前者と後者が別のものであるという確証はない。その他、転移の進行が遅いものの中には、高温型の核発生と同時にその双晶として成長し、低温型の単結晶が、高温型の双晶に変化するものがある。これらは何れ、統一的に解明されるであろうが、ただここで指摘し得ることは、前駆双晶が対称的な原子集団の集りであるから、これを結晶学的に議論し得る対称理論は群の枠を超えた空間群と関連を持ち、その研究は多像における“伊藤理論”の輝やかなしい発展の場でもあることである。

高須博士の示された16 mmの映画はまた、動態を視覚に討えることの効果を如実に示したものと云えよう。吾々が若し、転移点における極限状態の原子の動きを、何らかの形で具体的にたどることが出来たとしたら、それは極めて興味ある結果を与えるに違いない。それには、強力なX線源では勿論十分でなく、何らかの新らしい装置の開発が行われなくてはならない。吾々は今、動態結晶学の序幕の場にあると云つて良く、花々しく次の幕が開くときは、そのような新しい装置或いは理論の大道具が整えられた時であろう。(1969. 2. 16)