

Title	水と氷のガラス状態
Author(s)	関, 集三
Citation	大阪大学低温センターだより. 1974, 5, p. 1-1
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/6326
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

水と氷のガラス状態

理学部 関 集 三

冷凍または凍結という言葉がある。これは物体を冷却して凍結させるということであり、凍結とは、例えば資金や価格の凍結というように移動や変動を停止させるということであろう。

物質を冷却して低温又は極低温にもたらすとき、通常は冷却速度に対応して、その物質を構成する原子や分子の運動状態も最も安定な平衡状態に移行していると単純に考えがちである。しかし物質によっては必ずしもそうでなく、特に構成単位の運動が複雑になると、冷却速度が早すぎるためにしばしばこのようなことから背違する。その代表的な例はガラスであろう。ガラスは複雑な無機硅酸塩混合物の液体を急凍結してえられた非晶固体の材料名である。一方、本題にかかげたガラス状態というのは、物質を構成する原子又は分子の運動の全部又は一部が冷却速度に追随できずに凍結した、いわゆる非平衡状態にある固体状態一般の命名であって、材料名としてのガラスと区別されている。

さて、我々にとって最もなじみ深い物質としての水が急冷されてガラス状態にうつるかどうかという問題は生体内の水、或いは大気高層の水滴の問題とも関連して、1935年のBurtonとOliverの研究以来、組織的研究がすすめられてきたが最近に到るまで成功に到らなかった。一方奇異に感ぜられる方もあろうが、結晶としての水、すなわち氷について、これまでほぼ同期の1936年のGiauqueとStoutの研究以来その構成単位のプロトンが極低温に到るまで完全な整列状態に到らず凍結すると考えられていたが、これについてもその凍結のはじまる温度についての直接的実験的証拠がなかった。

私共は早くからこれらの二つの問題に興味をいたっていたが、これらの研究には精度と確度の高い測定技術が必要であった。幸い有力な協力者の努力で、研究レベルが向上した結果、この数年来約35年間未解決であった水と氷のいずれの場合についてもガラス状態の定量的確認にはじめて成功した。

ふり返ってみると、これらの成功は、従来液体の過冷却のみからしかガラス状態が実現されないという常識、結晶でありながらガラス状態になることはあり得ないという常識を見方を変えて、安定平衡、準安定平衡および非平衡の区別の認識をもとにして、精確度の高い実験を極めて純粋な試料について研究してきた知識の累積によるものと考えている。

高温の研究では当然心得ていることであるが、低温における研究でも、単に物質を液体ヘリウムで急冷すればよいのではなく、液体窒素や液体水素温度を通過する過程での熱処理やその過程での物性の追跡が場合によってはきわめて重要であることを改めて知らされた次第である。