

12. インコメンシュレート相における音波伝播の ブリルアン散乱による研究

杉 本 直 登

最近、誘電体の相転移においてインコメンシュレート相転移、すなわちインコメンシュレート構造相を相転移系列のメンバーとして含む相転移が話題になっている。インコメンシュレート構造とは第二章で詳しく述べるように、原子変位あるいは分子基の配向が、ある空間周期を持つ時にその周期が結晶の基本周期とうまく適合していない構造である。

言うまでもなく、固体物理、特に結晶物理学の世界は結晶の周期性を基本に理論が組み立てられている。ところが、インコメンシュレート構造とは、ある特定の方向に対して周期性が乱れた構造であり、このような構造をもった結晶においては従来の固体物理の理論が、どの程度適合するか、言い換えれば、従来の理論の限界を求め、従来の方法では説明できない現象が存在するかどうかを調べることは大変興味深いことであるが、現在まであまり研究の報告例がない。そこで、この研究では、インコメンシュレート構造での横波音波伝播の様子を観測することにより、この問題を明らかにすることを試みた。

結晶の構造相転移により、ある基本構造から空間の特定方向にのみインコメンシュレート性をもつ構造となった時、ミクロレベルで原子あるいは分子の間の相互作用のありかたが変化するであろうことが予想される。この相互作用の変化は、当然格子振動の変化として現われてくるであろう。格子振動の一つである音響モードつまり音波伝播を観測することにより、その伝播方向と偏波方向で定まる特定の歪がわかり、その歪と共役な弾性定数を知ることができる。同じ弾性定数に属する横波音波を伝播方向をインコメンシュレート構造に平行にとった場合と垂直にとった場合、その音波伝播の様子の変異、いいかえれば動的異方性が存在するならば、これは従来の理論では説明できないことになる。この動的異方性を期待して、3つの代表的インコメンシュレート相をもつ結晶 $\text{RbH}_3(\text{SeO}_3)_2$ 、 BaMnF_4 、 NaNO_2 について、横波音波の観測を行なった。

結晶の音波の様子を観測する実験方法には、共振法、超音波、ブリルアン散乱等があるが、今回の実験では、非接触で容易に横波音波を観測できるブリルアン散乱を用いて実験を行なった。ブリルアン散乱は、その実験に高度な技術を要することから、まだ一般にはあまり使用されていないが、今回の研究のような構造相転移における音波の振舞いを観測するのには、最も

有力な手段であり今回の研究にこれを使用できた意義は大きい。

以下、結晶の周期性の特定方向における乱れによる動的異方性の検出を目的としたインコメンシュレート相における音波伝播のブリルアン散乱による研究を次の順序で報告していく。

第二章ではインコメンシュレート相転移についてその一般論と測定に用いたサンプルそれぞれの相転移について説明し、第三章では、ブリルアン散乱の原理と今回の実験に用いた実験系を示す。第四章で各々の実験結果、第五章で考察を示し、第六章で、それらについてまとめる。