

原子力機構が豪と共同

日本原子力研究開発機構先端基礎研究センターの前川禎通センター長、森道康グループリーダー、オーストラリア・ニューサウスウェールズ大学のオレグ・スシニコフ教授、オーストラリア・シドニー大学のアレックス・スペンサー・スミス氏（大学院生）らの研究グループは、絶縁体を流れる熱流が、磁場によって向きを変える現象（フォノンホール効果）を理論的に解明することに成功した。

起源は磁性イオン

非磁性絶縁体 $Tb_3Ga_5O_{12}$ （テルビウムガリウムガーネット：TGG）に温度勾配を与え、それと垂直な方向に磁場を与えたとき、両者に垂直な方向に温度勾配が現れる現象が観測される。この現象は熱流が磁場によって流れの向きを変えたことを意味し、フォノンホール効果と呼ばれる。ただ、なぜ熱流が磁場によって向きを変えるのかは謎だった。

研究グループは、TGGで観測されたフォノンホール効果の起源が、ごくわずかに含まれた磁性イオン（ Tb^{3+} ）による原子の振動の散乱によるものであることを理論計算によって明らかにした。

具体的には、 Tb^{3+} イオンの四重極モーメント（磁石はN極とS極の2つの極を持つ双極モーメントで、2つの双極子が互いに並んだ状態が四重極モーメント）と呼ばれる電子状態と原子の振動との相互

熱の流れが磁場で変化 仕組み解明

作用を用いて熱伝導度の計算を行った。

その結果、 Tb^{3+} の電子の向きが互い違いに均衡している状態に対して、磁場を加えると均衡が崩れることで熱の流れが変わることが分かった。これがフォノンホール効果の起源で、その温度依存性を計算したところ、温度とともに増加することも明らかとなった。

この成果は、磁場によって熱流を制御できる可能性を示しており、固体中を伝わる熱を制御できるようになると、エレクトロニクスデバイスのエネルギー使用効果の向上、熱電素子の性能指数の向上につながるという。

研究グループによると、将来的には原子力エネルギーから発生する熱を効率よく取り出す排熱利用への応用が期待され、原子力の経済性向上や安全利用に貢献するものへと発展する可能性があるとしている。