

中性子散乱でみる構造揺らぎと相転移

数理物質系 物質工学域 高橋美和子

中性子線はX線、電子線とともに主要な量子ビームの一つであり、物質の構造研究や材料開発・検査、医療など幅広い分野に用いられている。中性子散乱法は物質に中性子線を照射しその散乱波の強度を測定する実験手段であり、これにより物質の原子・分子サイズでの微視的構造と運動を観測し、巨視的な性質・機能の解明へとつなげることができる。物質の構造は多くの場合、まずX線回折により調べられるが、中性子回折はその散乱能がX線と異なり原子番号に依存しない、透過力が高く試料内部の構造情報が得られるといった特徴をもつことから、水素原子などの軽元素の観測や原子番号の近接した原子同志の区別化、多様な外場中でのその場観測など、X線回折では困難な構造解析測定において重要な役割を果たしている。結晶構造の観測に加え、中性子のもつ磁気モーメントと物質中の磁気モーメントとの間の磁気相互作用が引き起こす磁気散乱により、磁性原子の磁気モーメントの大きさや配向といったマイクロな磁気構造の情報を得ることが可能である。また、中性子散乱で用いられる1Å程度の波長の熱中性子は固体中のフォノンや原子・分子の拡散運動と同レベルのエネルギーを有しており、中性子と物質間でエネルギーのやりとりを伴う散乱（非弾性散乱）により、フォノンの分散関係といった物質の動的構造を調べることができる。セミナー前半では、中性子散乱におけるこれらの利点を生かした測定例を紹介する。後半ではPt-Mn合金の規則構造と磁気構造について、中性子散乱を主な実験手段として調べた結果を紹介する。この合金は非常に限られた組成領域においてではあるが、2段階の相転移によりABC₆型規則構造を形成する数少ない合金の一つである（図1参照）。この規則化過程を高温の中性子散乱によって測定した実験、およびその規則構造の安定性に関して行った理論的考察について説明する。また、この合金では室温以下の低温で磁気散乱が観測される。磁気散乱の様相はABC₆型規則構造の規則度に大きく依存し、磁性と結晶構造の間の深い相関関係が示唆されている。非弾性散乱測定の結果から、磁気構造には広い温度範囲に渡って動的な磁気揺らぎが存在することが示されており、これはこの合金の結晶構造に潜在する幾何学的フラストレーションに起因するものと考えている。これらの磁性研究についても紹介する予定である。

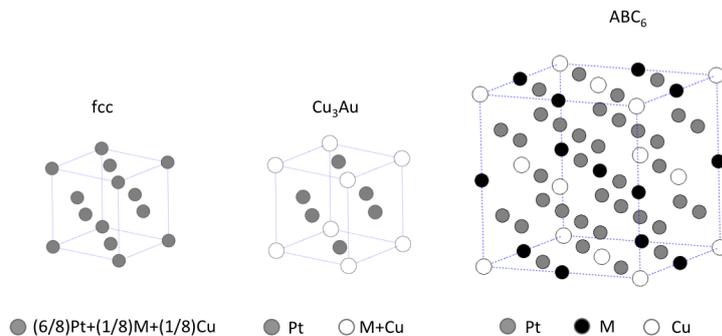


図 1: 2段階規則相転移における各相の構造.