

中性子小角散乱

(技術)キーワード 1: 中性子線回折 小角散乱

(装置)キーワード 2: iMATERIA 茨城県材料構造解析装置 SANS-J

(知りたいこと)キーワード 3: 材料構造 磁気構造 磁場分布構造

1.概要

中性子小角散乱とは、平行性の高い中性子ビームを物質に当てたときに非常に小さい角度（ $1/10,000$ 度から 5 度程度）で起こる散乱現象です。小角散乱された中性子の強度を検出器で測定して、物質や生体物質の構造やおよび機能を明らかにする分析法が「中性子小角散乱法」です。中性子小角散乱法では 0.1nm (10^{-10}m) $\sim 10\mu\text{m}$ (10^{-6}m) 程度の物質内部の構造を解析することができます。

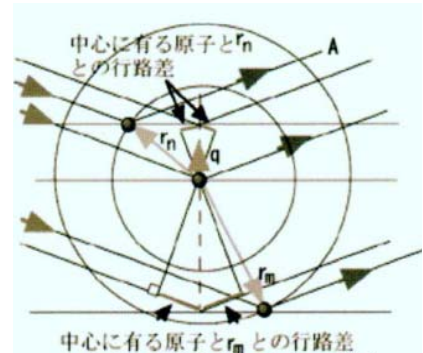


図1 干渉性散乱の原理

2.原理

小角散乱の原理は通常の回折・散乱のそれと同じです(図—1)。

物質に中性子を入射すると、入射した中性子は物質内部の微細粒子などで散乱され、粒子形状に特有の散乱プロファイルを与えます。このプロファイルデータの解析により、微細粒子の平均サイズ、分布、形状、界面構造などに関する情報を定量的に得ることができます。

3.解説

中性子は強い物質透過力を持ち、金属材料や磁性材料などのバルク状態での内部構造を定量的に解析できるので、材料特性の向上を図る上で有効な手段となります。また、ソフトマター科学の分野では、中性子の軽元素分析力の高さや軽水素・重水素コントラスト法を利用して、種々の高分子などの構造と特性との関係を明らかにできます。生命科学の分野では、アルツハイマー病やパーキンソン病などの原因とされるタンパク質の異常凝集過程を同様の特徴を活かして解析することで、治療薬や新たな診断法が開発されることが期待されています。

小角散乱法は透過電子顕微鏡法 (TEM) などと比べて広い空間範囲での平均構造を定量的に解析できるという特徴を持ちますが、中性子ビームの強度はX線ビームなどに比べ弱いので、その分、局所分析や高速度現象の分析で適用範囲が制限されることがあります。

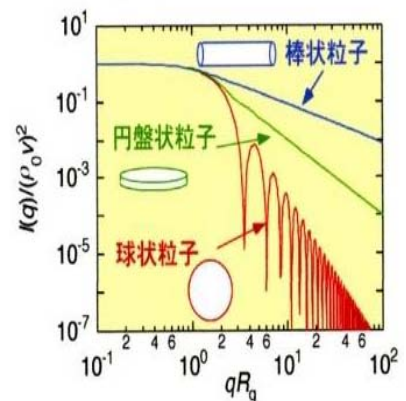


図2 種々の粒子の小角散乱

4.産業利用例

ハードマター分野では、高密度磁気テープ用窒化鉄磁性微粒子の磁気構造解析、ソフトマター分野では、皮膚角質層の保湿状態の解析などがあります。また、鉄鋼材料を初めとする金属材料や希土類強力磁石などのナノ構造解析への適用も注目されています。

5.今後開発が必要な周辺機器の技術

解析精度および効率をより高めるために、中性子レンズを用いた集光型パルス中性子小角散乱法、高編極ビームを用いた編極中性子小角散乱法、高分解能な軽水素・重水素コントラスト法の開発が行われています。

担当者氏名 茨城県技術士会 保坂義男

[詳しい解説はこちらへ...](#)