

中性子小角・広角散乱装置「TAIKAN」の紹介

岩瀬裕希¹、高田慎一²、森川利明¹、鈴木淳市¹、大石一城¹、河村幸彦¹、廣井孝介²、佐原雅恵¹
総合科学研究機構(CROSS)中性子科学センター¹、原子力機構 J-PARC センター²

本発表では、茨城県東海村にある大強度陽子加速器施設 (J-PARC) の物質・生命科学実験施設 (MLF) に設置されている中性子小角・広角散乱装置「TAIKAN」の性能の詳細、試料環境およびこれまでに得られた成果について紹介する。

【中性子小角・広角散乱装置 TAIKAN】

TAIKAN は J-PARC MLF のスパレーション中性子源に設置されている装置で、以下の特徴を持つ[1]。

1. 原子炉 (定常中性子源) に設置された小角散乱装置 (SANS) ではモノクロメータにより単色化された中性子ビームを利用するが、TAIKAN ではスパレーション中性子源で発生した白色パルス中性子ビーム (波長範囲: 0.7~8Å) を利用し、飛行時間 (Time-of-Flight) 法で散乱中性子を測定する。
2. 小角、中角、高角、背面と 4 つの位置に配置された大面積の検出器 (例えば小角検出器の面積は 2.1×2.1m²) で、小角のみならず中・高角領域も含む広い角度範囲の散乱中性子の検出ができる。

これらの特徴により、3 桁以上の Q 領域 ($Q=5\times 10^{-3}\sim 20 \text{ \AA}^{-1}$) を満遍なく一度に測定することができるので、装置の名称を「中性子小角・広角散乱装置」としている。また、現在、さらに一桁小さい Q 領域をカバーできるように、高分解能検出器 (超小角検出器) の整備を進め、観測可能な Q (Q_{\min}) は $8\times 10^{-4} \text{ \AA}^{-1}$ に到達した[2]。現在、 10^{-4} \AA^{-1} オーダーの Q 領域を高強度で測定できるように磁気集光レンズの整備を進めている。

【バイオ・ソフトマター試料環境】

TAIKAN の試料位置には 4 軸のゴニオメータがあり、その上に実験目的にあった試料環境機器を設置する。中性子の物質透過性に優れているという特徴を利用して様々な試料環境が開発されている。特に中性子線は数ミリ程度のアルミニウムや石英ガラスなどは問題なく透過することから、超高压、高磁場、極低温といった特殊試料環境下での実験に威力を発揮してきた。近年では、大強度中性子の有効活用という観点から、別の物性測定機器を組み込んで物性と散乱の同時測定や時系列変化をその場で観察することなどが試みられている。

これまで TAIKAN で整備されている試料環境機器は、標準試料交換機 (試料数 10 個, 10~100°C の範囲で温調可能) に加え、引張り試験機、レオメータ、水蒸気吸着装置、4K 冷凍機、加熱炉 (25~1000°C)、1T マグネット、4T マグネット (横磁場)、10T マグネット (縦磁場) などがある。最近 J-PARC MLF の試料環境チームと共同で in situ UV/VIS 照射装置を TAIKAN に導入して測定を実施した。さらに、利用者により持ち込まれた分光器を活用し、SANS と分光測定 (TIR [3]、UV/VIS、ラマン分光など) の同時測定システムの開発 (大阪大学、金子先生との共同研究) を進めている。

[1] S. Takata et al., *JPS Conf. Proc.* **8**, 036020 (2015).

[2] H. Iwase et al., *Physica B* **551**, 501 (2018).

[3] F. Kaneko et al., *Rev. Sci. Instrum.* **90**, 093906 (2019).