リング状スリットを用いた中性子小角散乱実験体系の開発

Development of a small-angle neutron scattering geometry with ring-shaped collimation

*船間　史晃[1]，足立　裕也[1]，田崎　誠司[1]，安部　豊[1]
[1]京大院工

中性子強度が非常に弱い小型中性子源において中性子小角散乱(SANS)実験を行うため、リング状にコリメートされた中性子を用いる SANS 実験体系(r-SANS)を開発している．本ジオメトリーの概要と京都大学小型加速器中性子源(KUANS)において行った r-SANS 実験の結果について発表する．

キーワード：中性子小角散乱、小型中性子源、モンテカルロシミュレーション

小角散乱法はおよそ 10 – 1000 Å の構造を調べる分光法であり、一般に試料の電子数密度分布に起因する X 線小角散乱（SAXS）と、中性子の散乱長密度分布に起因する中性子小角散乱（SANS）を検出し、解析する方法がある．現在、SAXS 装置は商用で、ラボに設置できる大きさの装置が普及しているが、SANS 装置の数は限られている．これは、SANS 実験に必要な中性子束を生成できる中性子源は、高速中性子やγ線の遮蔽の必要性などから、大型で高額なことが原因の一つである．そこで、発生する中性子束は少ないが比較的小型で安価な小型中性子源を用いての小角散乱装置の開発が進められている．小型中性子源における SANS 装置の開発は、北海道大学小型中性子源(HUNS)や理研小型中性子源システム(RANS)において研究が進められてきた[1, 2]．我々は、これらの中性子源よりも約一桁から二桁中性子強度の低い京都大学小型加速器中性子源(KUANS)において小角散乱実験を行うために、リング状にコリメートされた中性子を用いる SANS 実験体系(r-SANS)を開発している．

Fig.1 に r-SANS 体系の概念図を示す. リング状にコリメートされた中性子を試料に入射させることにより、リング中心軸上にある散乱角(2θ)を持った散乱中性子が自然に集光する．リング中心軸上の一点（Detection point）に中性子の検出効率が高く、γ線感度の低い ^{3}He 検出器を設置することで散乱中性子を高い S/N 比で検出できる．また、中性子飛行時間法（TOF）を用いることで、ある θ に対応する、散乱中性子のエネルギースペクトルが測定できる．これにより中性子の運動量遷移ごとの散乱強度を観測することができる．

本発表では、r-SANS 実験体系を KUANS に構築し、細孔径の異なる２種類のシリカゲルを測定した結果を報告する．また、r-SANS 実験と一般的なピンホール体系で測定した SAXS 実験の比較結果を示す．散乱角の取り扱いを複雑化する斜入射中性子（Fig.1 中の紫矢印）を考慮した r-SANS 実験結果の解析法について、モンテカルロシミュレーションを用いた方法を検討したのでそれについても発表する．

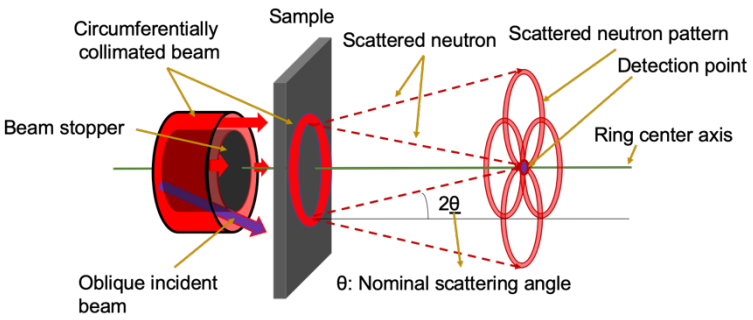

Fig.1 r-SANS 体系の概念図

参考文献

[1] M. Furusaka, et al., Physics Procedia 60 (2014) 167–174.
[2] S. Koizumi, et al., JPS Conf. Proc. 25 (2019) 011004.

*Fumiaki Funama[1], Yuya Adachi[1], Seiji Tasaki[1], Yutaka Abe[1]
[1]Kyoto Univ.