

SANS-Uの高度化計画

東大物性研中性子

岩瀬 裕希、遠藤 仁、柴山充弘

Outline

○ SANS-Uの現状と高度化計画

○ 予備検討結果（2009年度）

○ まとめ

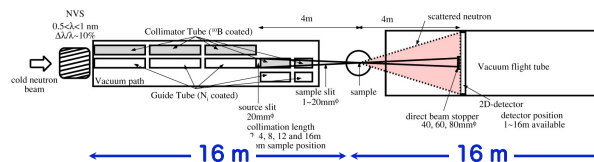
Outline

○ SANS-Uの現状と高度化計画

○ 予備検討結果（2009年度）

○ まとめ

SANS-U specification



Monochromator: 速度選別機 (Dornier)

波長範囲: 5 - 10 Å ($\Delta\lambda/\lambda=8-30\%$)

Collimators: (1) Ni guide tube
(2) MgF₂ lens (FY2004~)

コリメーション長: 2, 4, 8, 12m

Detector: ³He 2D-PSD (ORDELA)

サイズ: 645 x 645 mm², 位置分解能: 5 mm,

試料-検出器間距離: 1 - 12m (16mまで可能)

Q-range: $2.5 \times 10^{-3} - 0.3 \text{ \AA}^{-1}$



(Okabe et al., J. Appl. Cryst. 2005)

SANS-Uの高度化計画：原子カイニシアティブ

JST-原子力基礎戦略研究イニシアティブ
「原子炉型中性子小角散乱分光器群の先説的高度化に関する研究」
研究代表者：柴山充弘
(平成20年度～平成22年度)

現状・背景：

- (1) 中性子散乱共同利用において最も申請件数が多い分光器
- (2) 慢性的なマシンタイム不足 (採択倍率: 2.0)

高度化計画：

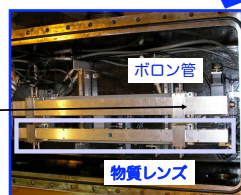
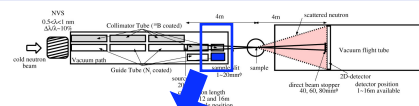
- (1) コリメーターの高度化：
→ ビーム強度を倍増させ、測定効率を向上させる。
- (2) 高分解能検出器の導入：
→ 装置性能（分解能）を向上させ、観測限界 ($Q_{\min} \approx 10^{-3} \text{ \AA}^{-1}$) を一桁 ($Q_{\min} \approx 10^{-4} \text{ \AA}^{-1}$) 拡大する。

⇒ 既設の中性子集光レンズの活用がポイント

目標：

- (1) 測定効率向上による測定時間短縮により、受け入れユーザー数を現在の2倍に。
- (2) 装置性能を倍増させ、ユーザーに世界有数の測定環境を提供。

中性子集光レンズ：物質レンズ



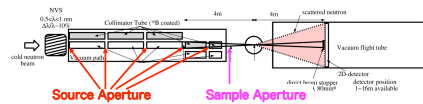
物質レンズ：54枚

(2004年に岡部（当時東大）、清水、安達（当時理研）らにより設置）

MgF₂両凹面レンズ
(応用光研製)
・外径: 30mm
・有効エリア: 25mmφ
・曲率半径: 25mm
・中心厚: 1mm

(Eskildsen et al., Nature 1998; Choi et al., J. Appl. Cryst. 2000)

新ビームアパーチャ



Source Aperture :

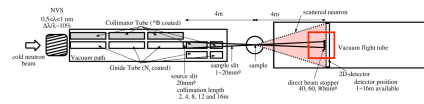
- ・コリメーション長16m位置を含む新たに5台設置
- ・回転(一軸)駆動式からX-Z二軸駆動式へ変更

Sample Aperture : 3種類のピンホールの切り替え式 (X軸モータ駆動)

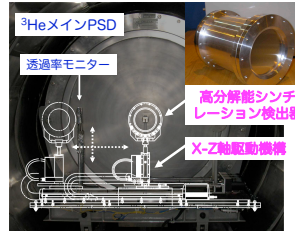
- 1) 15mmφ : 集光型SANS用
- 2) 10mmφ : ピンホール型SANS用
(標準ピンホールサイズを7mmφから10mmφに変更)
- 3) 5mmφ : ピンホール型SANS用

- 試料ピンホールサイズを7mmφから10mmφに変更 → 入射強度約2倍増
- SDD/CL=16m/16mmでの測定が実現

新高分解能検出器



透過率モニターを撤去して、新たに高分解能シンチレーション検出器を導入予定



高分解能シンチレーション検出器
(Hirota et al., PCCP, 2005)

構成 :
・ZnS/PLIFシンチレータ
・抵抗分割型光電子倍増管
(サイズ: 5インチ、ハマフォト社製)

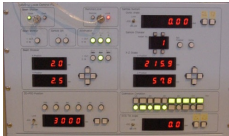
特長 :
・位置分解能: 0.5~0.8mm

SANS-J-II, NOP, mf-SANSなどの
他のSANS分光器で既に使用実績有り

- 高分解能シンチレーション検出器を高分解能散乱測定 ($10^{-4}\text{\AA}^{-1}$ オーダー) および透過率測定の際に活用

SANS-U 制御系

制御盤

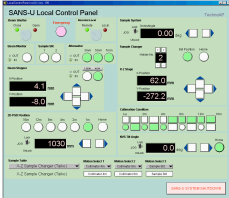


現状 :

機器駆動/制御→制御盤により操作

ステータスの確認→PC上のプログラム

PC上制御プログラム



2009年11月以降 :

- ・機器駆動/制御も含めて、PC上のプログラムの操作にすべて統一 (制御盤の撤去)
- ・追加駆動部を操作および高分解能シンチレーション検出器のデータを収集するために現在改良中 (2009年10月末完成予定)

Outline

○ SANS-Uの現状と高度化計画

○ 予備実験結果 (2009年度)

◆ 集光型SANS: 高分解能モード

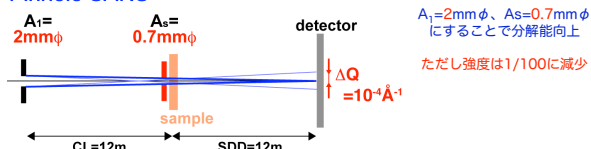
◆ 集光型SANS: 高強度モード

○ まとめ

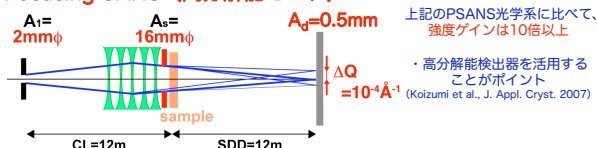
集光型 SANS(高分解能モード)の光学系

観測限界 ($Q_{\min}$) を $10^{-3}\text{\AA}^{-1}$ から $10^{-4}\text{\AA}^{-1}$ に1桁拡張するために

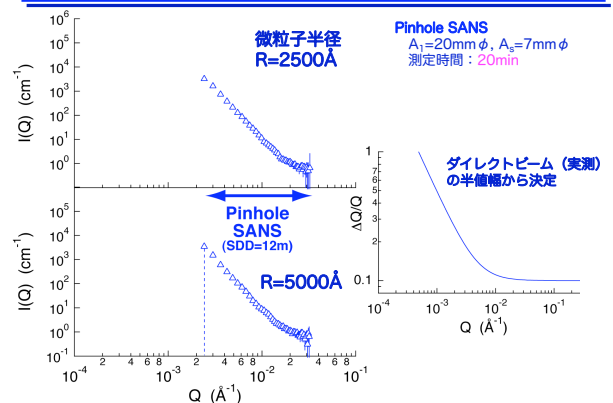
Pinhole SANS



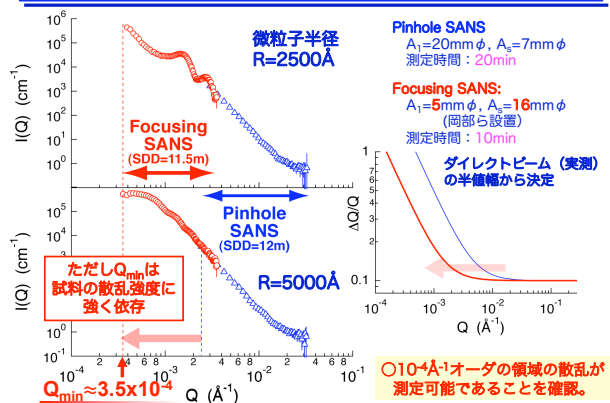
Focusing SANS (高分解能モード)



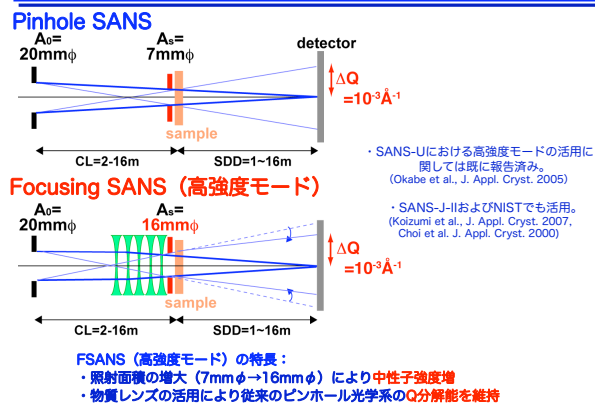
予備実験結果 : SiO₂微粒子の測定



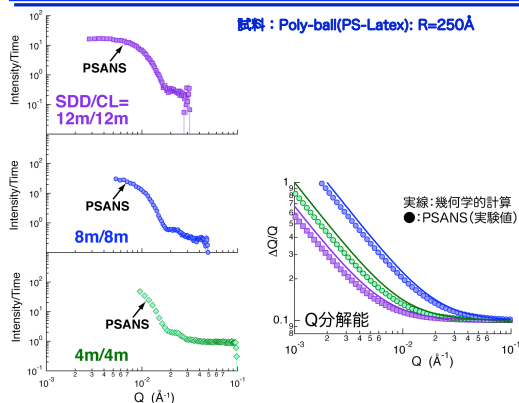
予備実験結果：SiO₂微粒子の測定



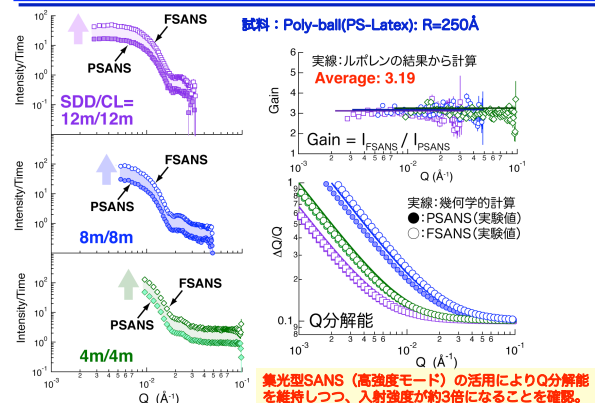
集光型 SANS(高強度モード)の光学系



予備実験結果：集光型SANS (高強度モード)



予備実験結果：集光型SANS (高強度モード)



まとめと今後の計画

予備実験結果まとめ:

- ・既設の中性子集光レンズと新設予定の高分解能シンチレーション検出器を活用することで、観測限界 ($Q_{\min}$) が1桁拡張できることを確認した。
- ・中性子集光レンズを活用して、既存の Q 分解能を維持しつつ入射強度を約3倍増大できることを確認した。

今後の計画 (11月までに):

- ・新アパーチャーおよび高分解能シンチレーション検出器の駆動部を製作・設置。
- ・計測および駆動制御プログラムの製作。
- ・照射ビーム面横大型化に伴い、標準試料セルの製作。

12月以降、 $SDD=16\text{m}$ および集光型SANSの定常的利用が可能。

謝辞:

本発表内容はJST-原子力イニシアティブ「原子炉型中性子小角散乱分光器群の先鋭的高度化に関する研究(研究代表者: 柴山充弘)」の支援を受けて行なわれた。

藤井健太、竹田麻希子、松永拓郎(東大・柴山研)
 広田克也 (J-NOP/RIKEN)、奥 隆之 (JAEA)
 岡部哲也 (現九州大)、清水裕彦 (現KEK)、安達智宏 (現第一電通)