KUANSの性能および応用分野

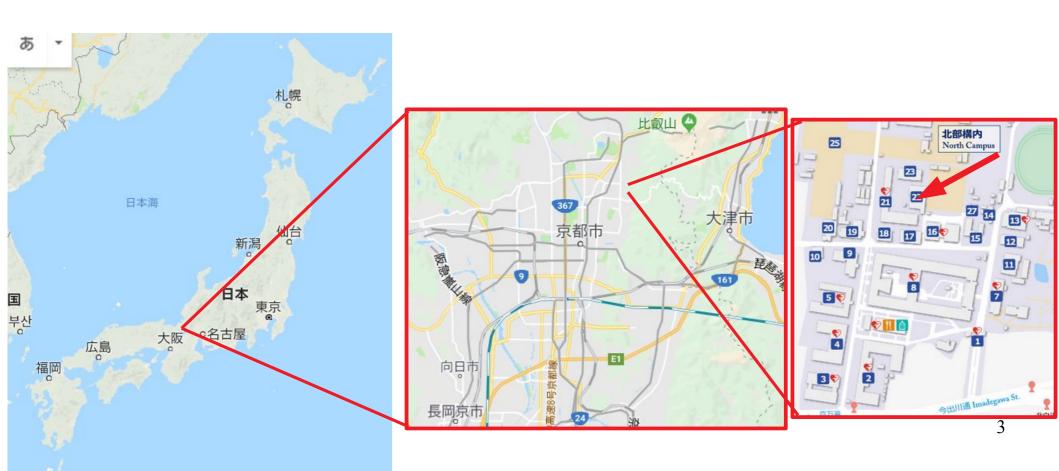
京大工 田崎誠司、沖田将一朗、山田寛人、船間史晃、足立裕也、安部豊

KUANSの概要

• KUANS: <u>Kyoto University proton Accelerator Neutron Sourceの略</u>

KUANS の場所

- ・京都市北東、京都大学北部キャンパスの北の方。
- 京都大学理学部5号館東棟に設置。



KUANS 全体

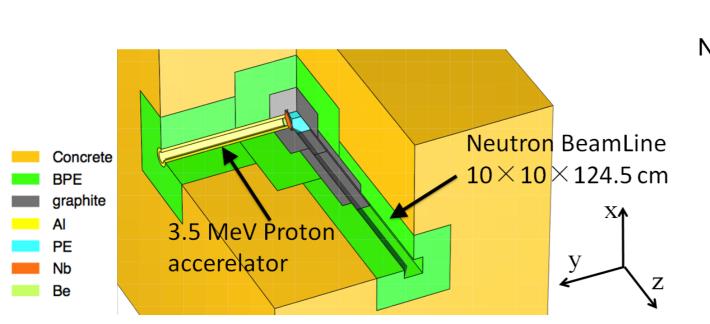
- パルス状の3.5MeV 陽子ビームを生成. (AccSys Technology, Inc.)
- ・ ビーム幅10~200μs, 繰り返し周波数 < 200Hz
- 現在はビーム幅60μs, 100Hz, 平均電流50μA
- 実験は実験台(ERATOで整備)上で行う。

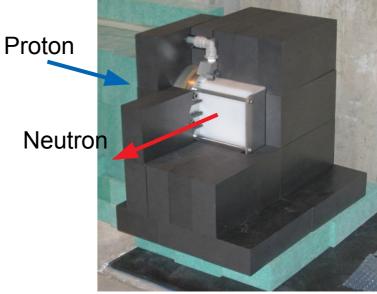


中性子発生用ターゲット

- Be 薄膜, Nb 板に銀ロウ付け
- ・常温ポリエチレン減速材(10cm x 10cm x 10cm)←熱中性子の生成
- 黒鉛ブロックで周りを覆う(反射体)

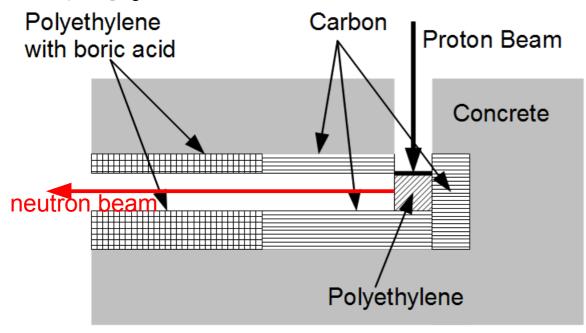


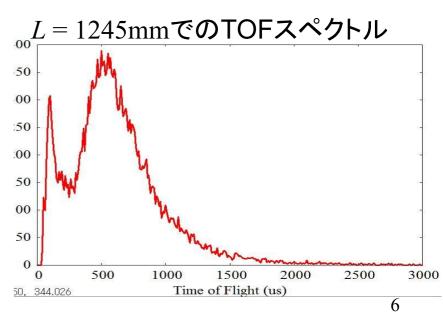




ビーム取り出し孔上面図

- ・ポリエチレンで減速した熱中性子は陽子ビームに対し垂直方向に取りだす
- 取り出し孔周りはホウ酸入りポリエチレンブロックで覆われている。
- TOFスペクトルには、「高速成分」と熱中性子のピークが見られる。



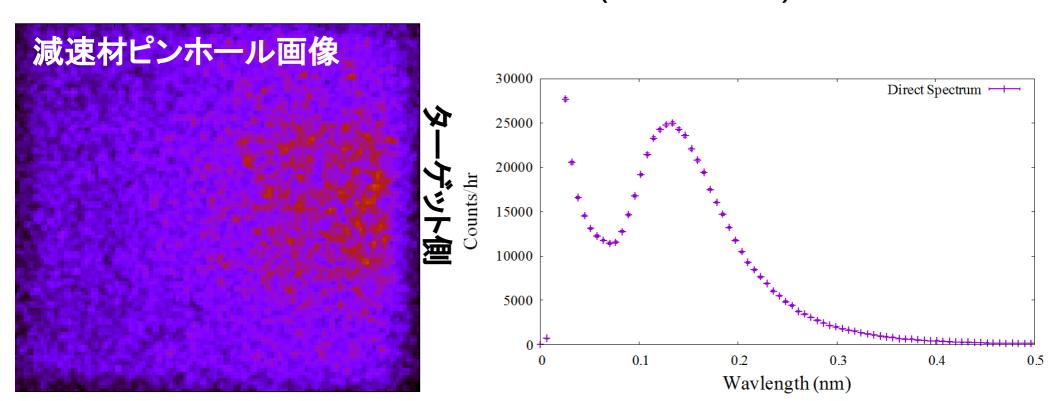


KUANSでの制約条件

- 中性子強度は、発生数で10¹¹n/s程度, 減速材表面中性 子東は10⁵n/cm²程度。コリメーションなしで飛行距離2m 位置で10³n/cm²sの中性子東と弱い。
- ・ ビームラインは1本、陽子ビームに垂直方向に取り出す。
 - 高速中性子は比較的少ない。
 - ビーム分布が非対称的。
- 原則として放射性物質の生成は許されない。
 - 利用前に、生成される放射性核種量の評価が必要。
 - 照射された試料の持ち出しは、β·γサーベイで放射線 計数がBG以上には確認されないことが必要。
 - 減速材付近で利用した物質は持ち出さない。その再利 用は減速材付近に限る。

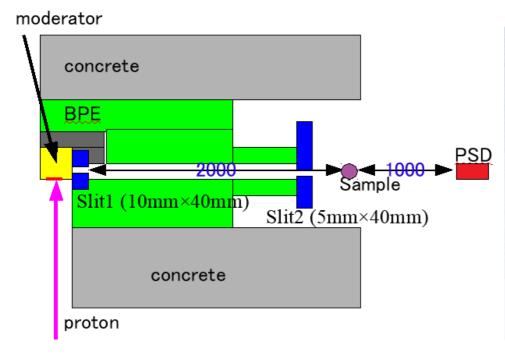
KUANSビームの性質

- (左)直径5mmのピンホールを使って、減速材表面の中性子分布を測定(1hr)。ターゲット側の中性子強度が強い。
- (右)中性子の飛行時間スペクトル(1hr)。0.07nm以下の波長の中性子が多い。(高速成分)



ビーム強度:ラジオグラフィの例

- ・ 減速材直後から幅10mm高さ100mmにコリメートしたビームを取り出し、試料にあて、RPMTで測定。
- 30分の照射で撮影したカブトムシの画像。L/D=130
 で32 n/cm²/sの熱中性子束。

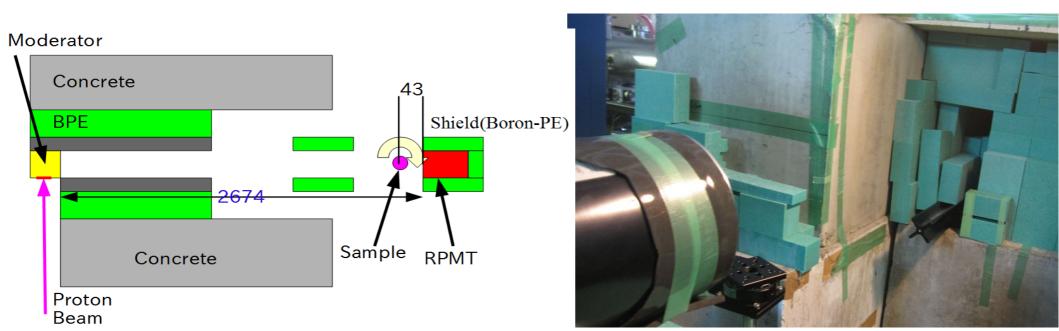






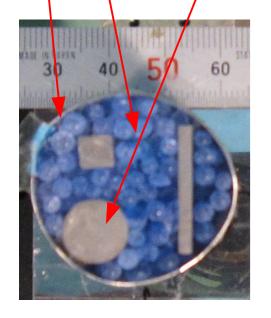
RPMTによるCT

- RPMTを使ってCTを行ってみた。
- 1枚5分、6度ずつ回転させて合計60枚を撮像。
- ビーム発散角は1/26 rad程度。

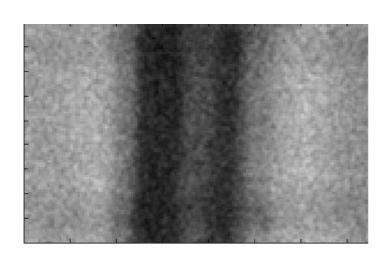


RPMTによるCTの結果

ステンレス シリカゲル アクリル



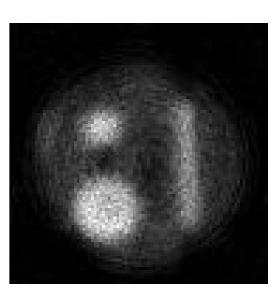
試料: 高さ 40mm



透過画像60枚

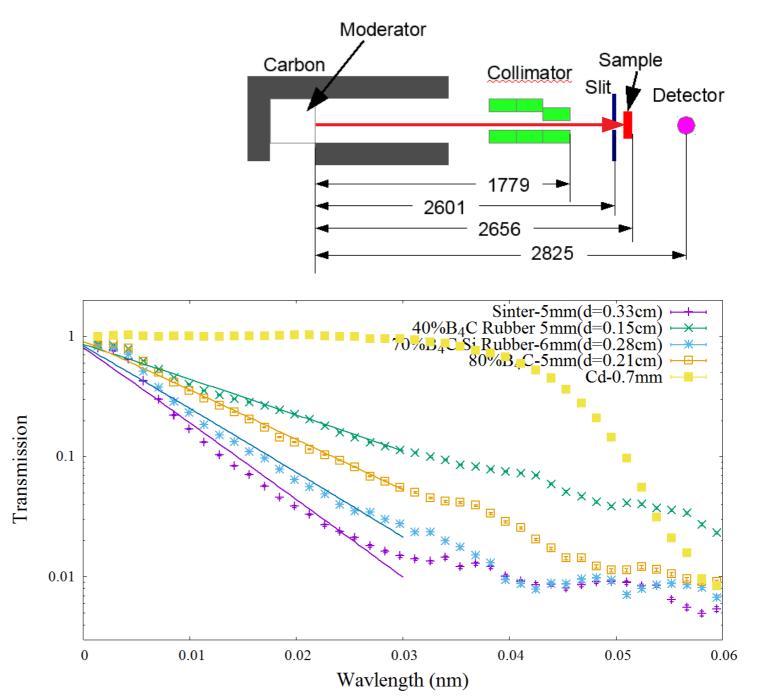


再構成像



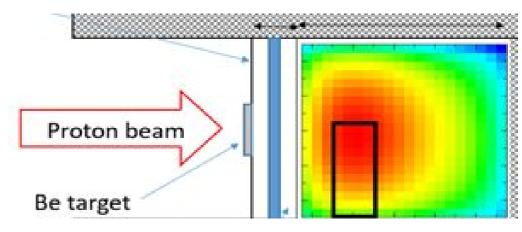
遮蔽材の評価

- 高速中性子の透 過でB, Cd等の 遮蔽能の評価が 可能。
- B4Cの実効厚さをdとすると、5mmの焼結体で3.3mm、40%-B4Cゴムで1.5mm相当等の遮蔽能力を評価。
- 新規開発の遮蔽 剤の性能も評価 (→J-PARCでの 実験へ繋げる)



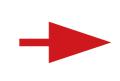
減速材孔の影響

- 中性子ビーム強度をあげる ため、減速材内の中性子 分布のピークを目指して、 減速材に孔を開けた。
- 孔は、縦60mm×幅10mm、 底面は放物線状、ターゲット側から20mmの位置に開ける。



減速材内部の中性子の分布



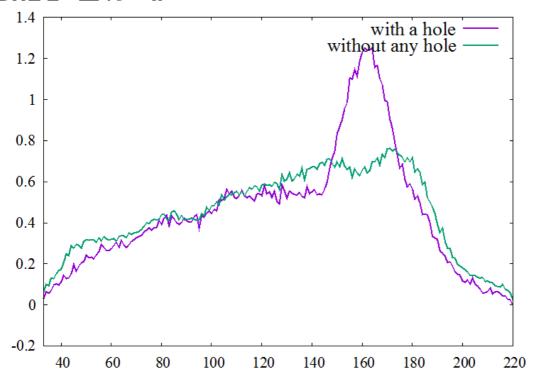


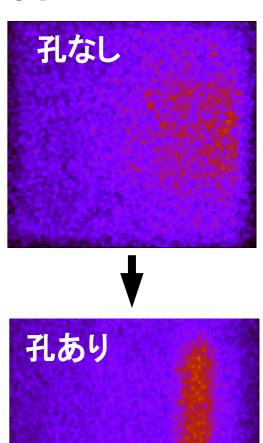




減速材孔: ピンホール画像

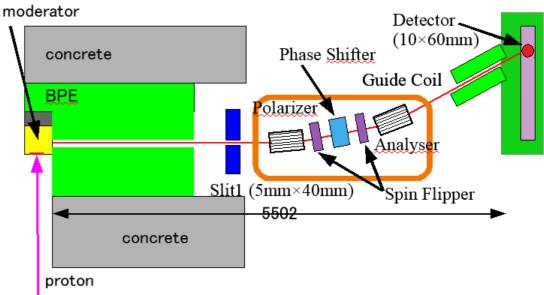
- ・直径5mmのピンホールを使って、減速材表面の中性子分布を測定。
- ・孔の部分の中性子強度が高い。
- 縦方向に積分すると孔の部分で70% の強度増加。

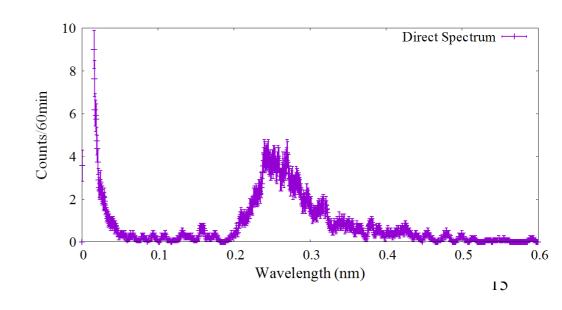




スピン干渉計配置

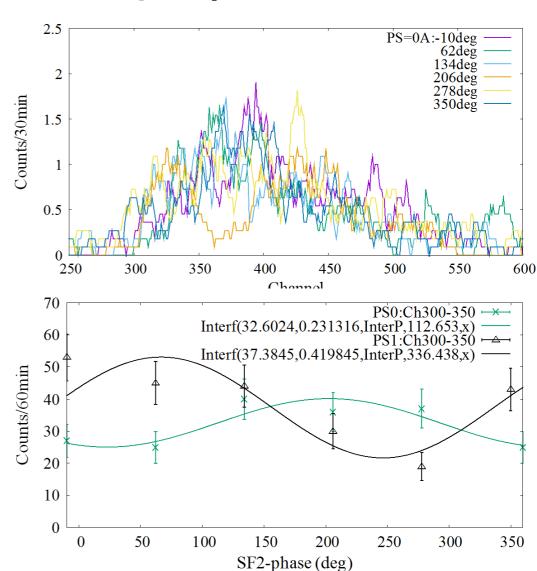
- 理研の中性子スピン取扱装置 moderator 群を借用。
- 減速材を出てすぐ10mm ×100mmにコリメート
- ポーラライザ前で 5mm×40mmにコリメート
- ガイド磁場内でポーラライザ、 フリッパー、位相シフター、ア ナライザを通過させる。
- 位相シフターで作る磁場を測 定。
- ポーラライザ、アナライザで反射された中性子のスペクトルは、ピークが約0.25nmである。





スピン干渉計結果

- 干渉縞測定は、二つの共鳴フリッパーの振動磁場に位相差を与えることで観察。
- 一定の波長範囲での中性 子計数は振動磁場位相差 に伴って正弦的に変化。 その位相から経路の磁場 ×距離が求められる。
- 300~350chでの中性子 計数の変化から、磁場積 分は35Gauss・cmと評価 され、配置とよく一致。

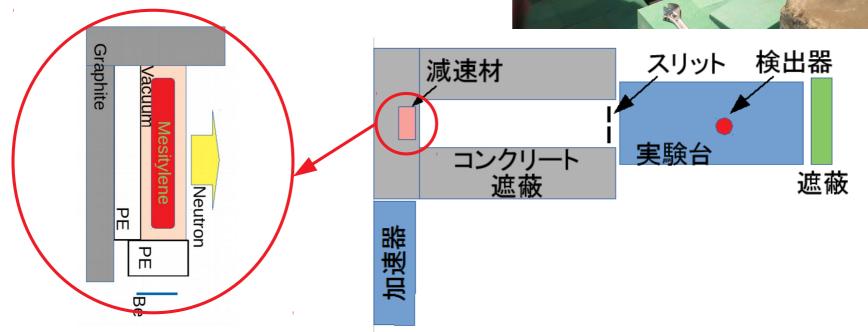


KUANS CNS

- メシチレンCNSをクライオごと遮蔽 内に挿入。
- CNSは厚さ20mm、幅90mm、真空断熱槽に入っている。
- 15Kまで冷却できる。

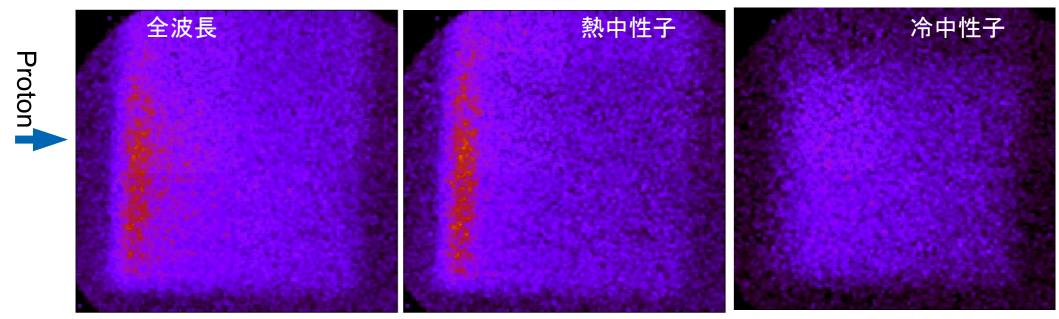


17



KUANS CNS ピンホール画像

- 全波長(0.06~0.6nm)、熱中性子(0.06~0.2nm)の表面分布、冷中性子(0.2~0.6nm)の表面分布を示す。
- ・冷中性子の分布はメシチレンの分布を示すと思われる。左端から1/5程度の位置にピークがある。
- 全波長および熱中性子の分布に現れる鋭いピークは真空 ギャップを通ってPEから漏れてくる熱中性子と思われる。



その他の活動

- 検出器の開発: 細い1m 3HePSD、ガスシンチレーションイメージャ
- 中性子回折計、中性子小角散乱装置、中性子反射率計の開発
- 工学部3回生の中性子実験:TOF, ラジオグラフィ
- 理学部物理4回生実験:中性子の重力落下、窒素の吸収断面積

まとめ

- KUANSの性能
 - コリメーションなしで2m位置で熱中性子は約 10³n/cm²/sの強度
 - ラジオグラフィ(CT)、遮蔽材評価、減速材形状、冷減速 材、スピン干渉実験
 - 検出器開発、回折計、学生実験での利用
- 利用できる検出器
 - 3He点検出器
 - RPMT
 - 3He1次元PSD
 - Liガラスシンチレーション検出器(LiM)

利用に際して

- ・KUANS廣瀬さんあるいは田崎へ連絡(随時)
 - 廣瀬さん: hirose@scphys.kyoto-u.ac.jp
 - 田崎: tasaki@nucleng.kyoto-u.ac.jp

謝辞

KUANSでの研究に当たり多くの方々に感謝します (敬称略)

永江知文、広瀬正憲、日野正裕、小田達郎、広田克也、北口雅暁、清水裕彦、大竹淑恵、山形豊、篠原武尚、関義親、佐藤節夫、成木恵、濱口拓などなど