

京都大学小型中性子源 (KUANS) の現状

(京大工) 田崎誠司、弘中浩太、山下優、黒山和幸、吉永裕紀、安部豊

Contents

- KUANS 概要
- KUANS性能
 - TOF spectrum
 - Intensity
- 予備的実験
 - Radiography
- 計画中分光器
- コリメータ開発

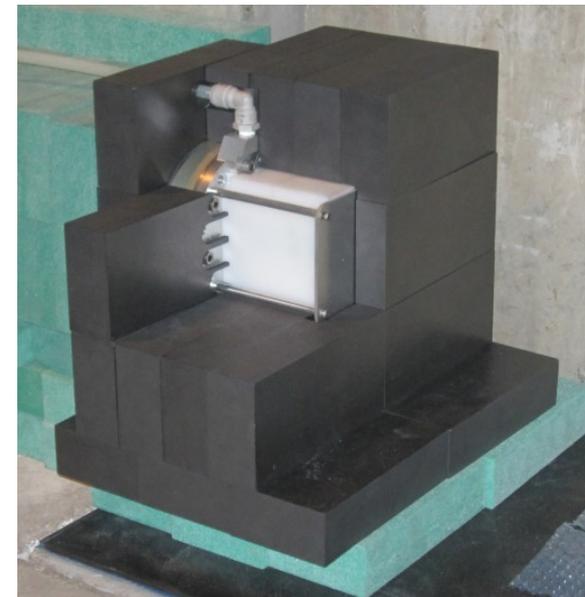
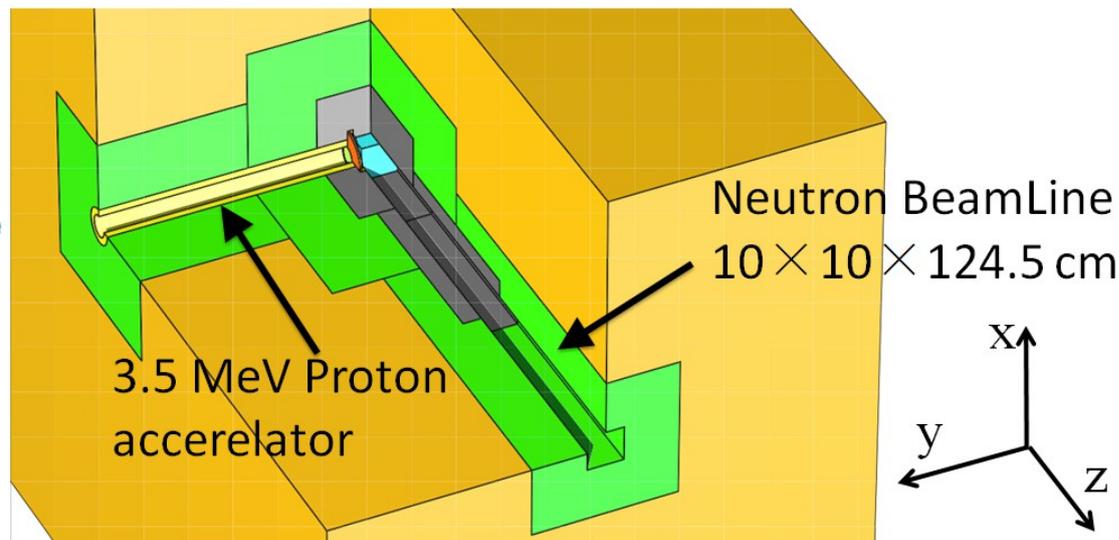
KUANS 概要

- 3.5MeV proton beam. (AccSys Technology, Inc.)



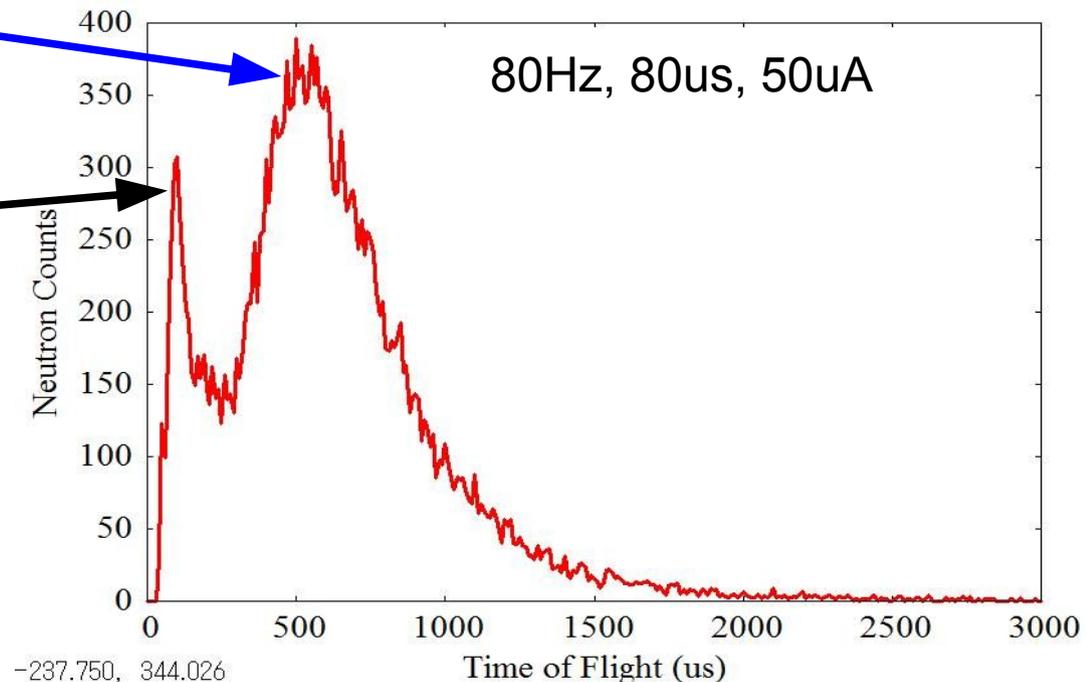
KUANS ターゲット

- 50 μ m-Be target, Nb に銀ロウ付け.
- 常温ポリエチレン減速材 (10cm x 10cm x 10cm)
- 黒鉛反射体
- 中性子は陽子ビームに垂直方向に取りだす:低速中性子が多い。
- 飛行距離は1200mm前後。



KUANSからの中性子飛行時間スペクトル

- Li-ガラスシンチレータ(Liモニタ:(株)日本中性子光学)で測定
- 飛行距離 1245mm.
- 熱中性子ピークが明瞭に現れる
- 高速成分は検出効率が小さいので低くなっている。
- Liの検出効率とシンチレータ面積から、計数を20倍すると中性子束になる。

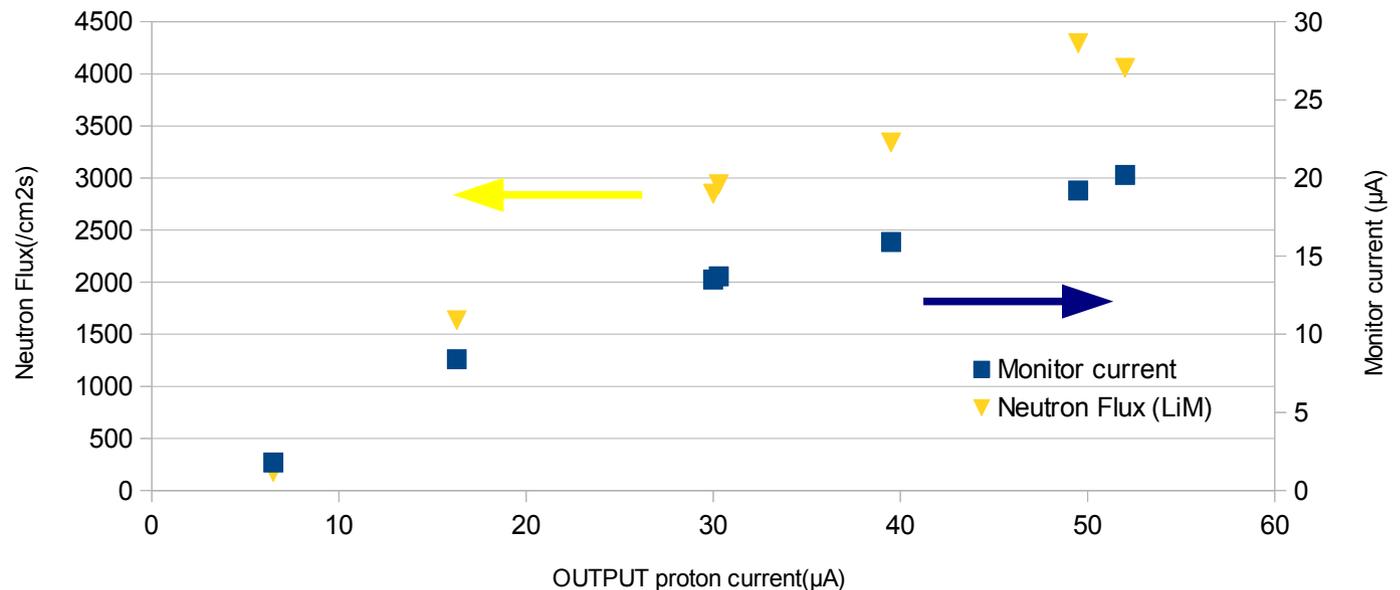


陽子電流と中性子束

- 陽子電流(RFQアウトプット)と中性子束はほぼ線形。
- Beターゲットシステムに流れる電流をモニターすると陽子電流とほぼ線形な関係。
- 50 μ A-陽子電流で、1.245m位置で約4000 n/cm²・s
の中性子束

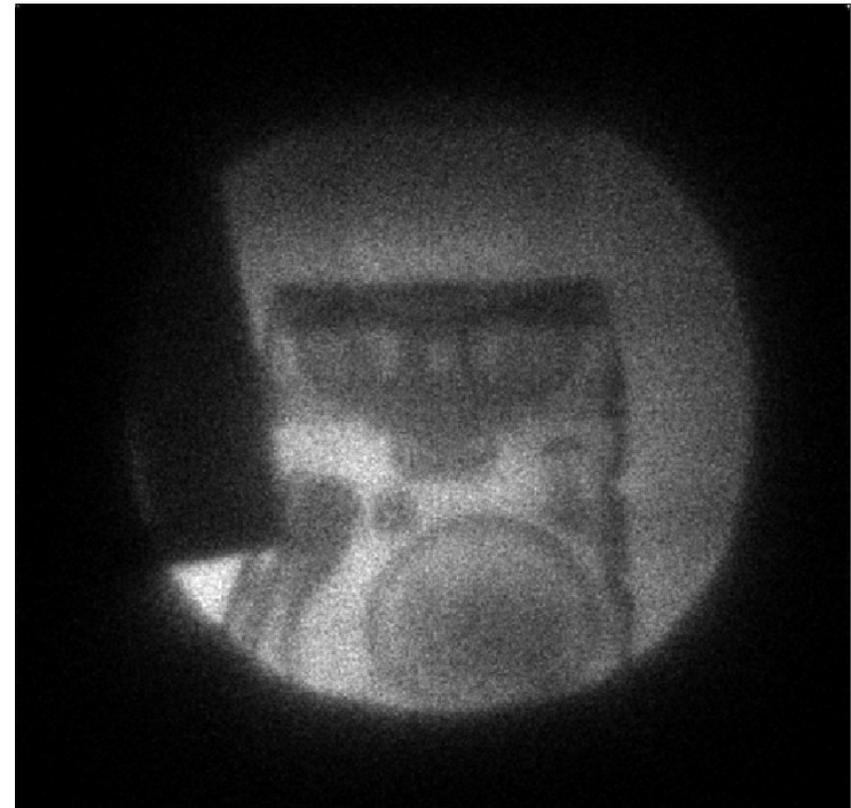
Neutron Flux vs OUTPUTproton current

Neutron flux is estimated from thermal neutron counts integrated from the TOF spectrum measured with Li-Scintillator.



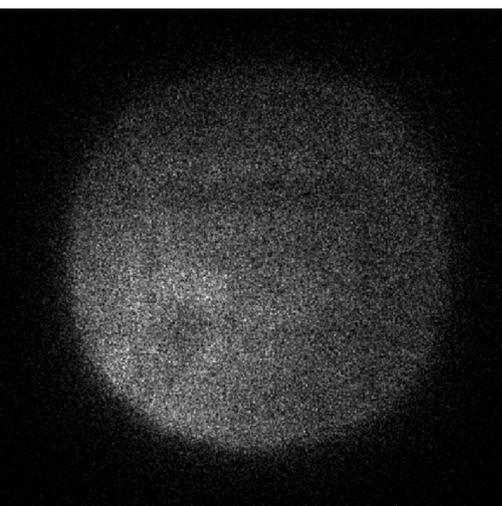
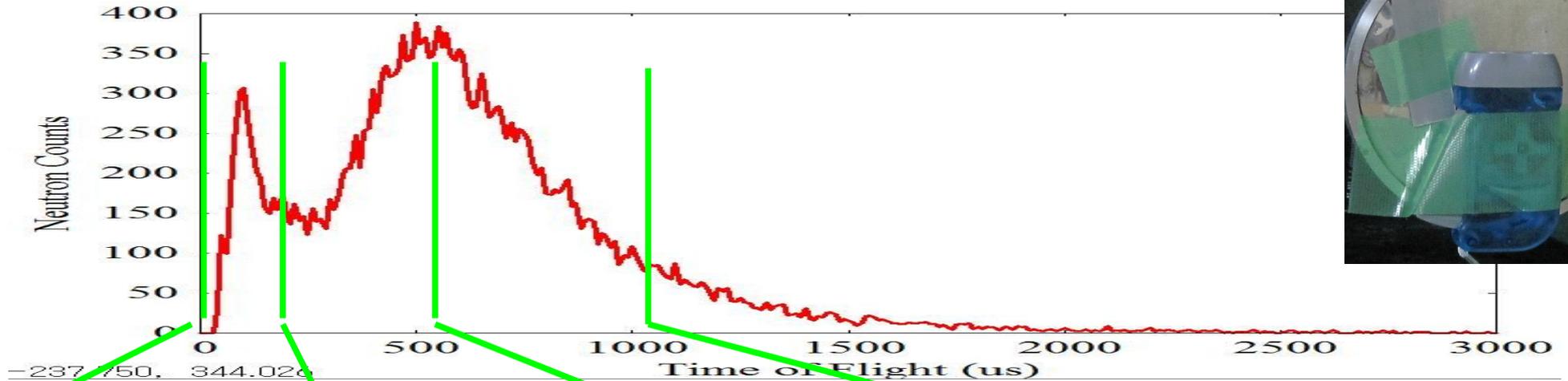
予備的実験: Radiography

- 2次元検出器(RPMT=PSPMT+ガラスシンチレータ)でラジオグラフィ測定を行った。
- そのままでは検出器が飽和したので、上流に直径25mmの孔のあいたコリメータを設置。
- ハンディタイプの発電式懐中電灯を試料とし、Cd板とともに撮影 (Measuring time:700s, $50\mu\text{A}$ -current)

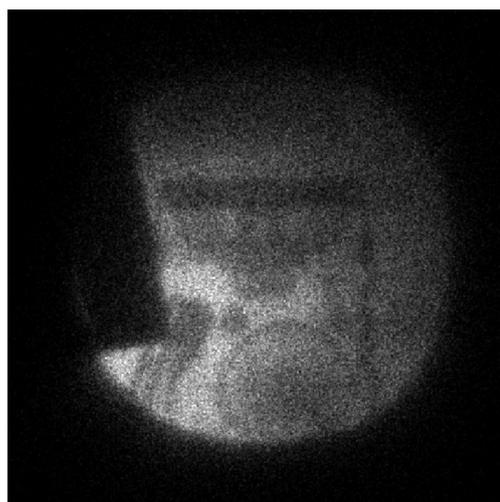


KUANSの波長分解ラジオグラフィ

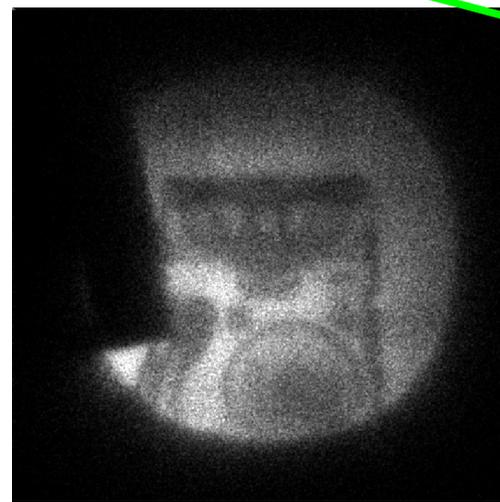
- RPMTでは飛行時間も測れるので、波長ごとにイメージが得られる。



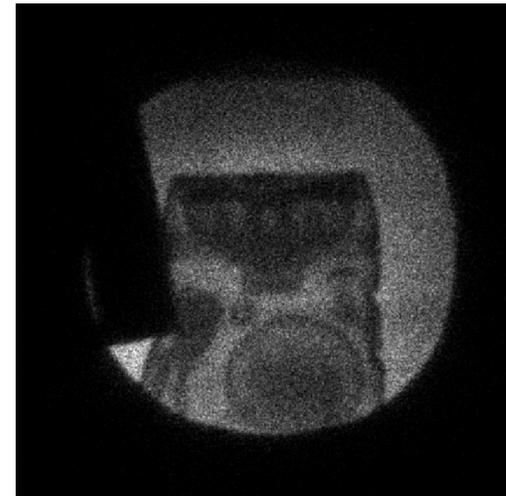
0~200 μ s
 ∞ ~0.063nm



200~500 μ s
0.063~0.157nm



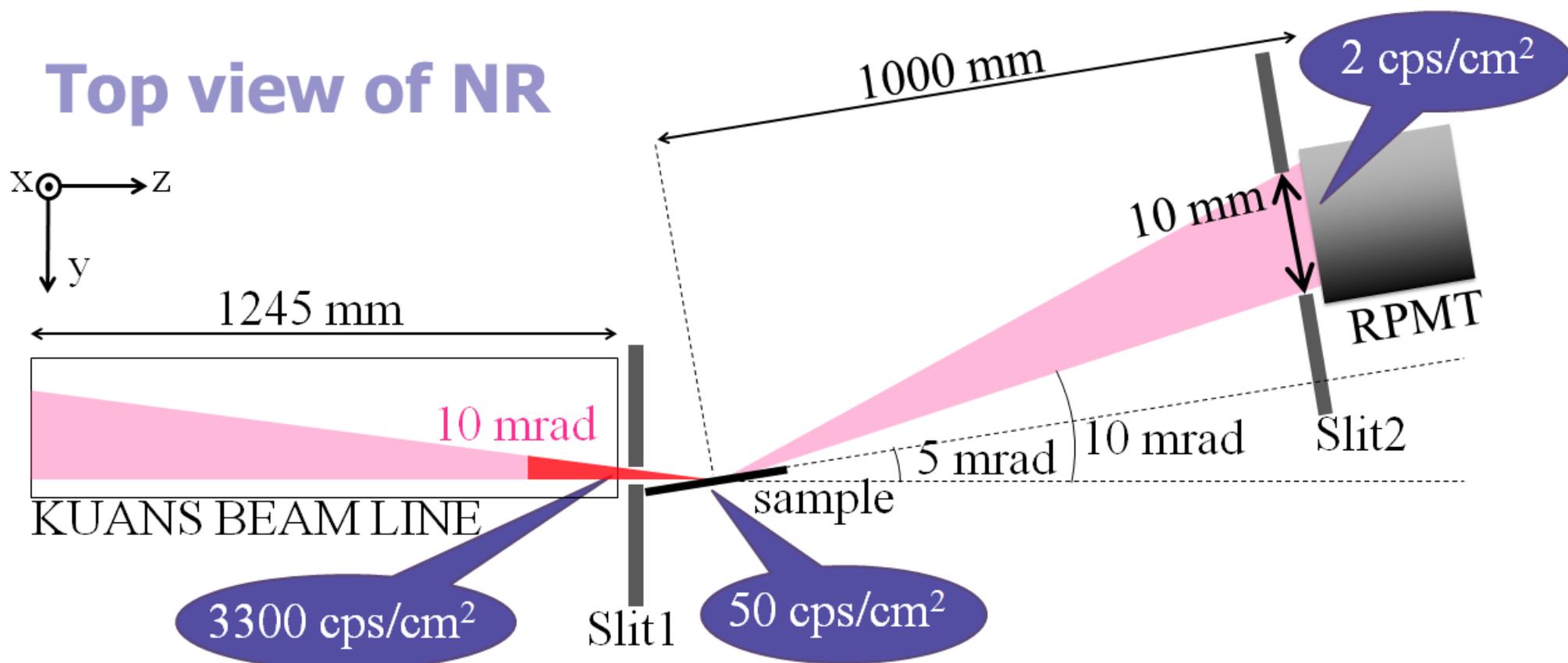
500~1000 μ s
0.157~0.313nm



1000~20000 μ s
0.313~6.26nm

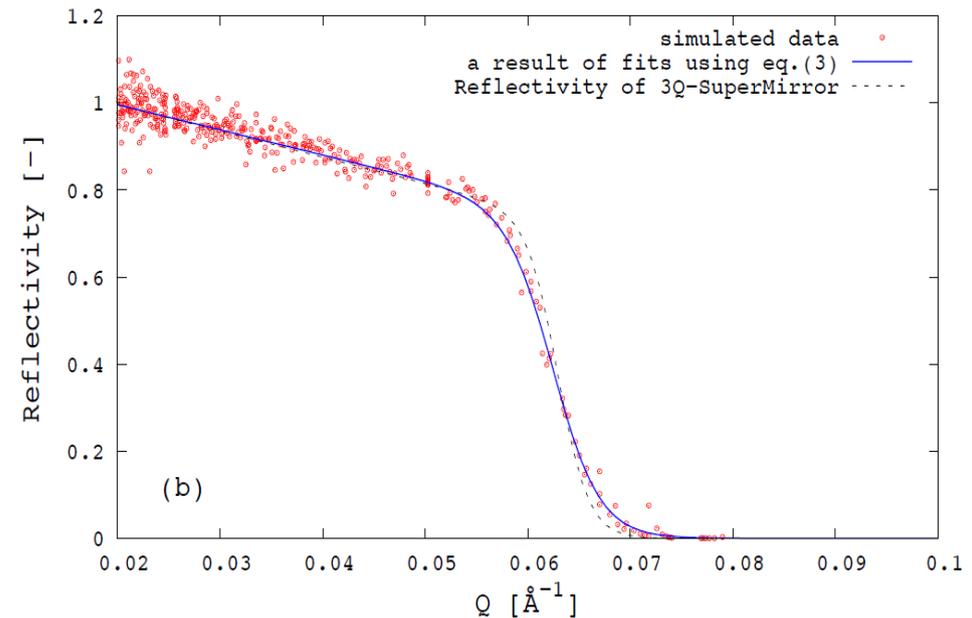
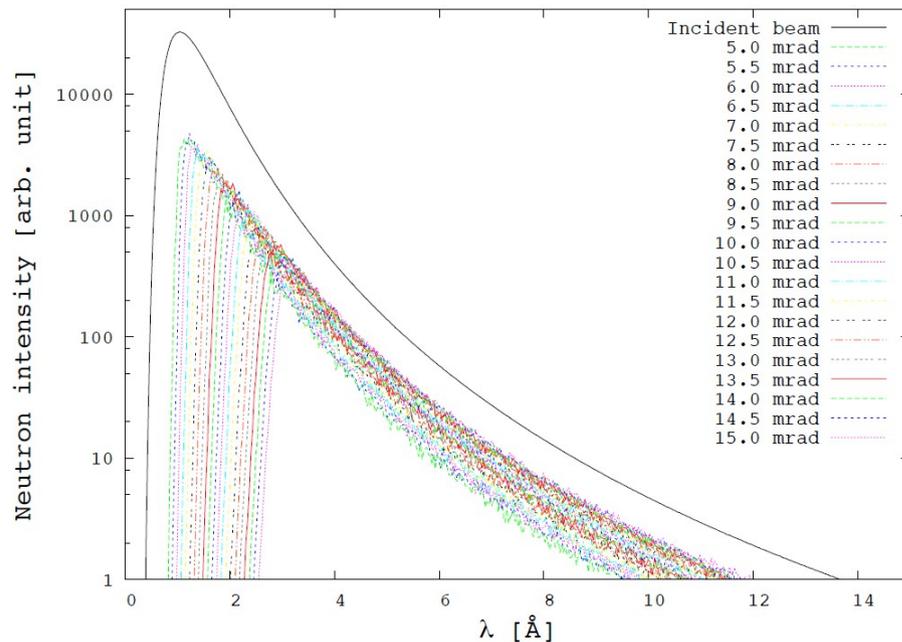
KUANS application: 反射率計

- 平面状試料の表面の反射率を求める。
- 効率を上げるためマルチアングル測定を行う。
- $R > 10^{-3}$ が測定できる(予定)



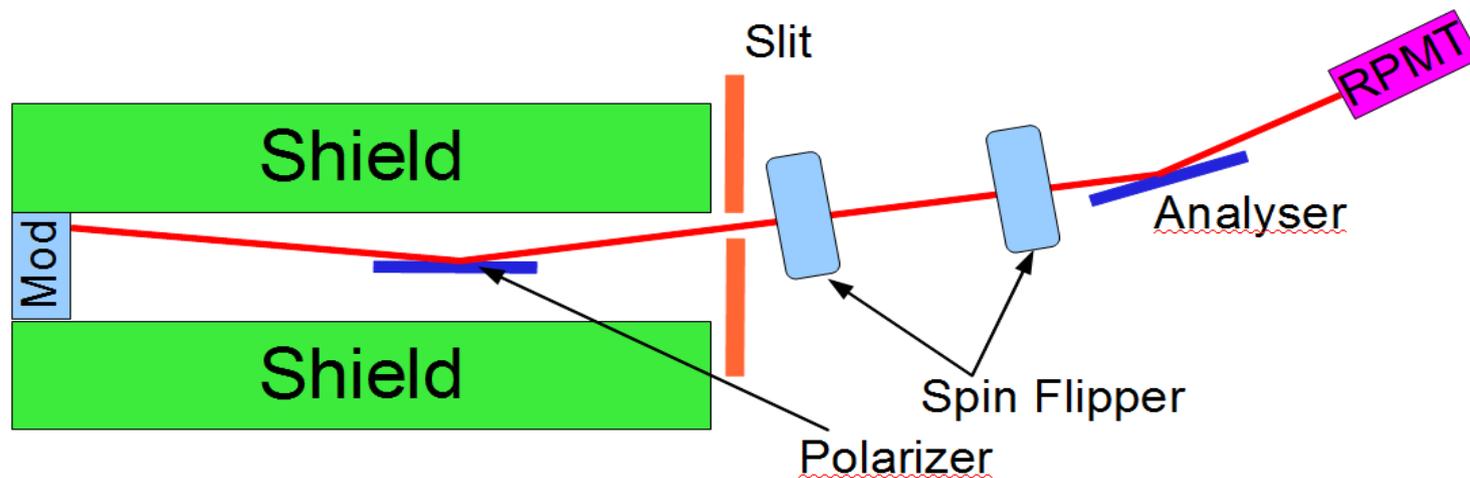
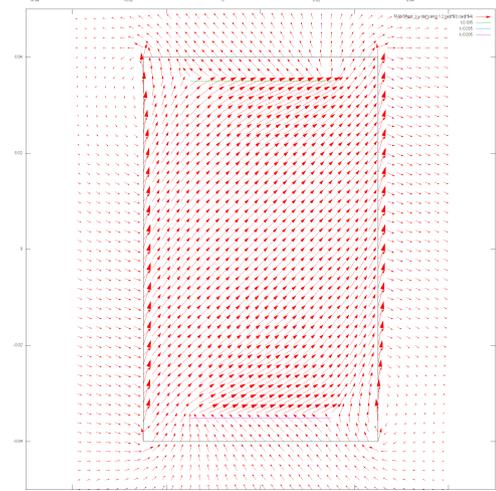
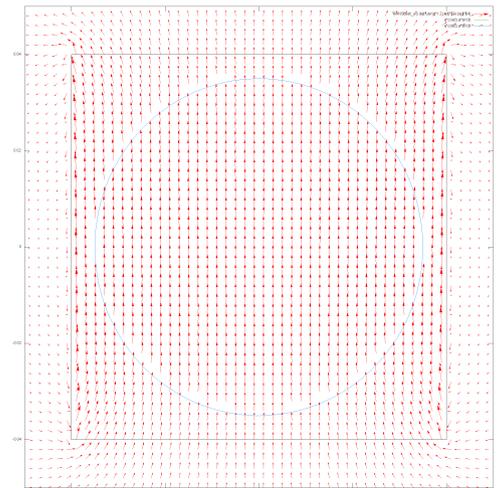
KUANS反射率計シミュレーション

- KUANS反射率計シミュレーション:3Qスーパーミラーを試料とし、検出器は0.5mm×60mm×21本の短冊形を仮定。
- (左)反射スペクトルは角度ごとに臨界角が変わって見える
- (右)反射スペクトルをQ値ごとに足し合わせ、反射率に直したものの。スーパーミラー反射率を再現。



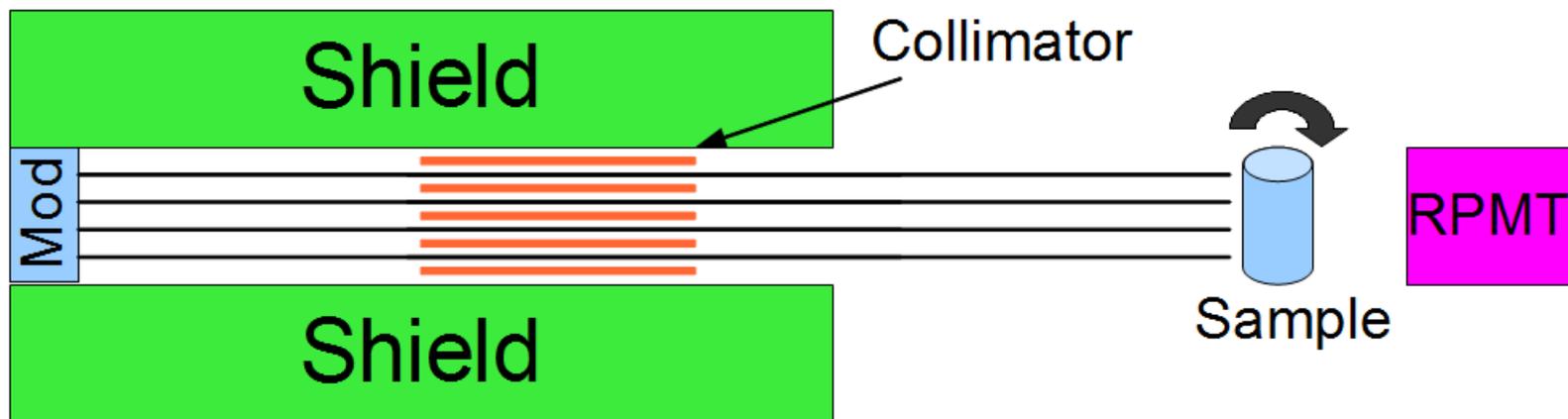
KUANS application: 偏極ビームライン

- フリッパー、ミラー等偏極デバイステスト用ビームライン。
- 偏極ミラーとアナライザーで偏極解析ができるようにする。
- フリッパーとガイドコイルの磁場を計算し、それによる偏極の変化のシミュレーションを行う



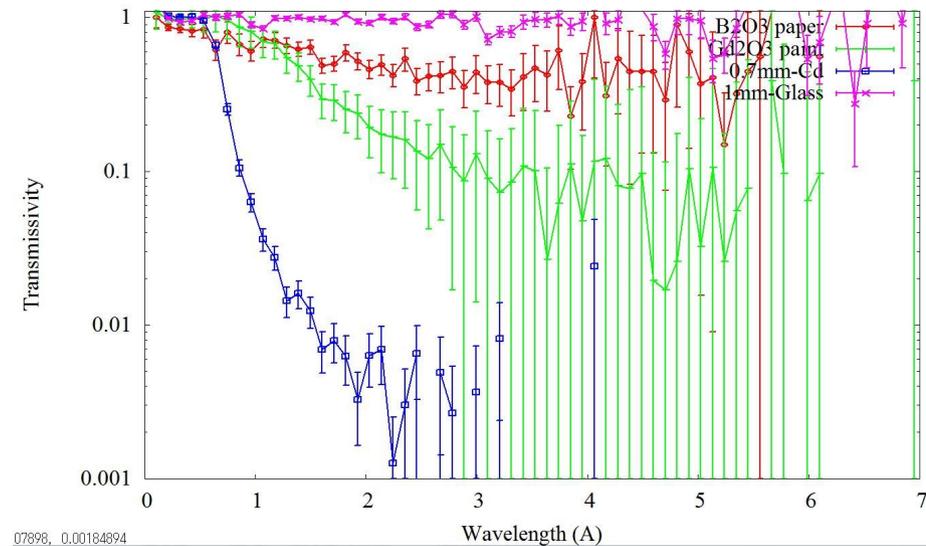
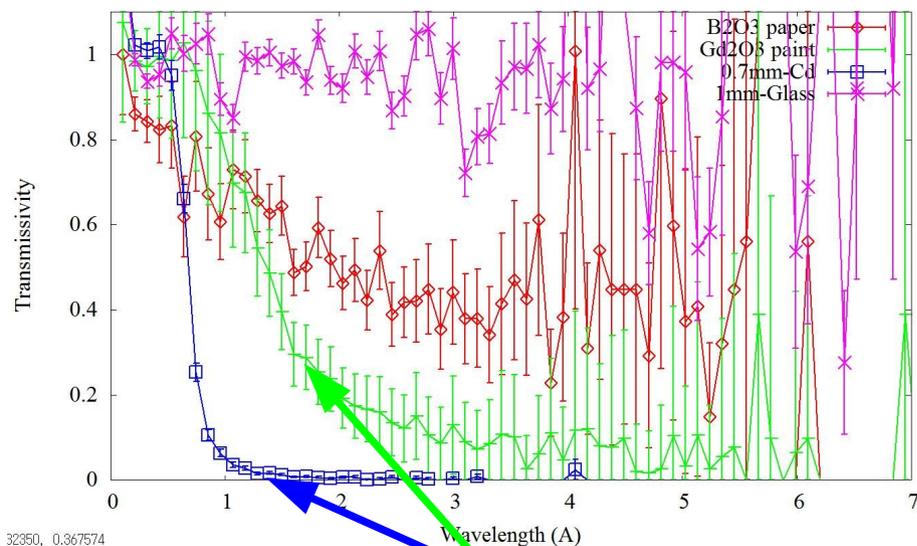
KUANS application: 中性子 CT

- コリメータを導入して中性子CT測定。
- 1角度あたり数分かかるので、1回の測定に数時間かかる見込み。



コリメータ開発:透過率測定

- 3Heモニター(株日本中性子光学)で測定:ホウ素紙10枚、1mm厚ガラス、Gdペンキ×2、0.7mmCd

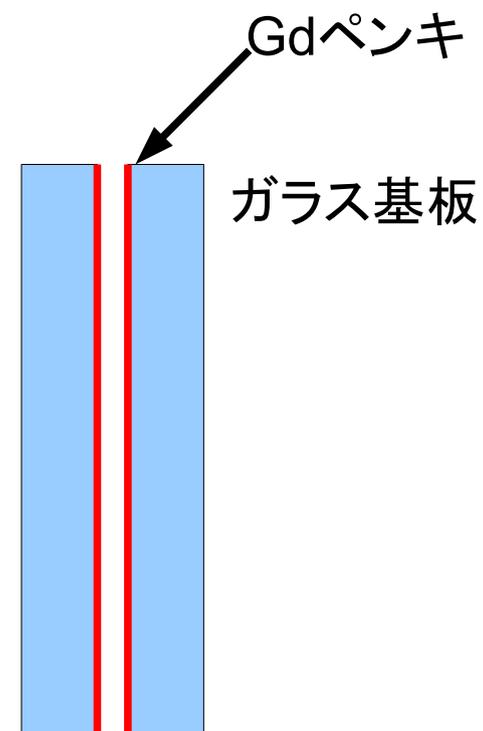


Cd:長波長(>1 Å)ならほぼ吸収

Gd:1.8ÅでT=0.253→金属Gdなら9.1μm厚さ相当

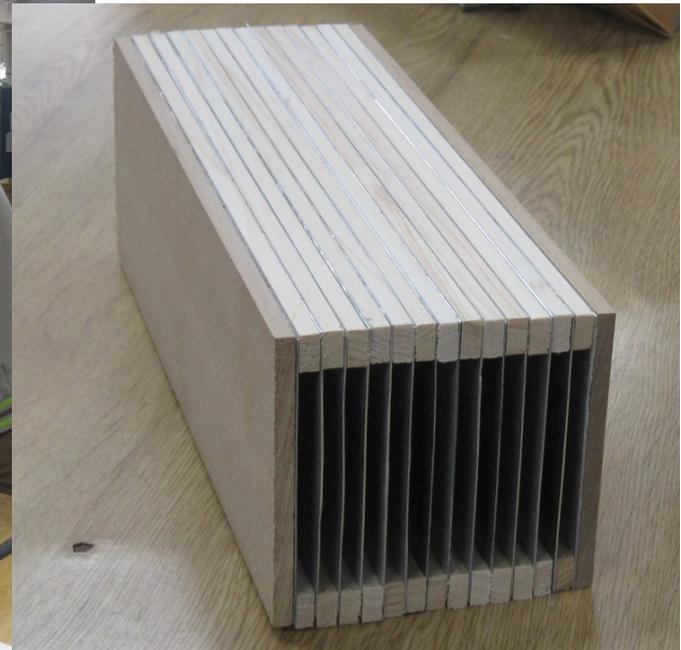
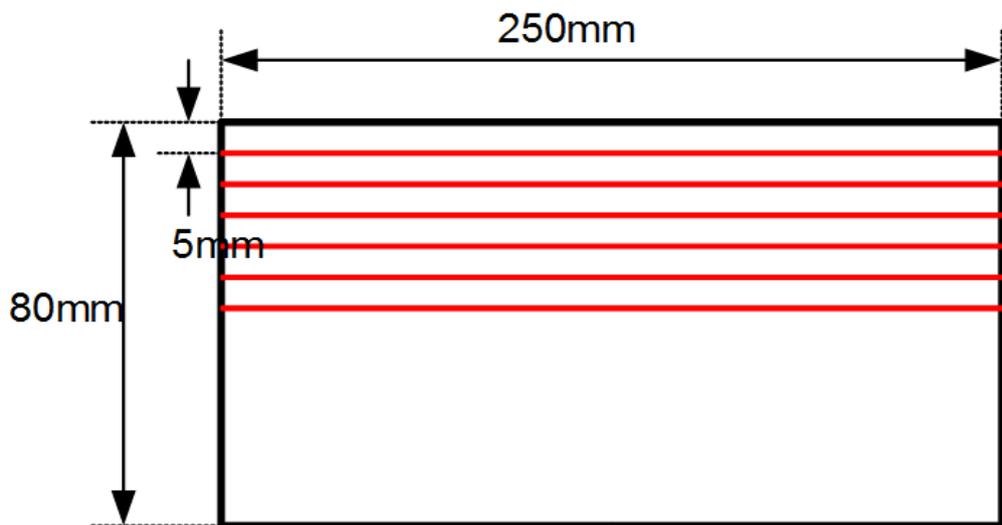
Gdペンキ

- 酸化ガドリニウムをペンキ状にしたもの(株アトムシールド)
- ガラスに塗布して試す=塗り層2層で金属Gd $9\mu\text{m}$ 相当



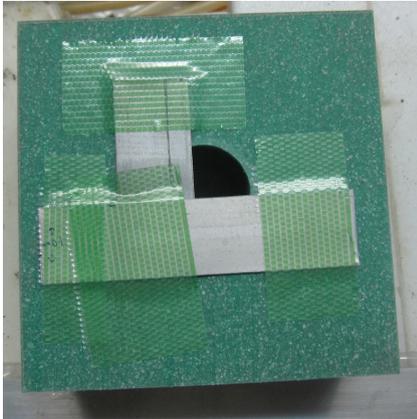
Cdコリメータ作成

- Cd 板でコリメータを作成。
- サイズ: 250mm(l) x 80mm(w) x 80mm(h).
- Cd板間隔が 5mm, $\rightarrow L/D=50$.

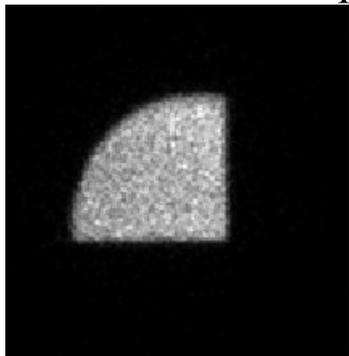


Effect of horizontal collimator

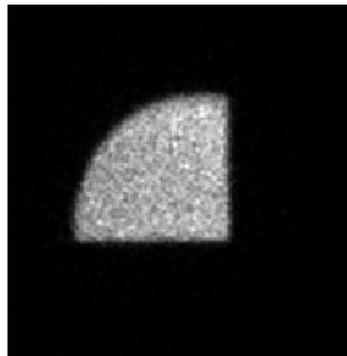
- 水平方向コリメータを導入。
- Cdでエッジを作ってRPMTで撮像、その滲み具合にtanhをフィッティング。
- 横方向L/D~50を確認



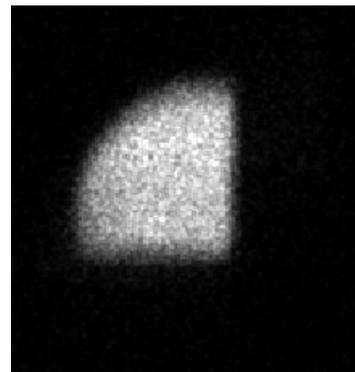
Sample Slit



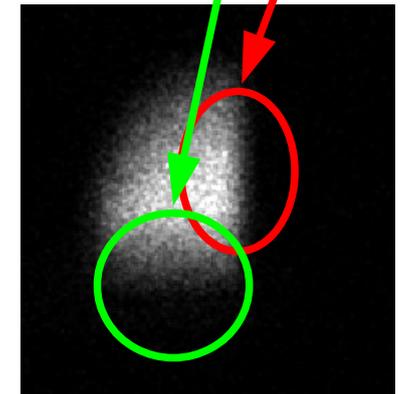
L=0mm



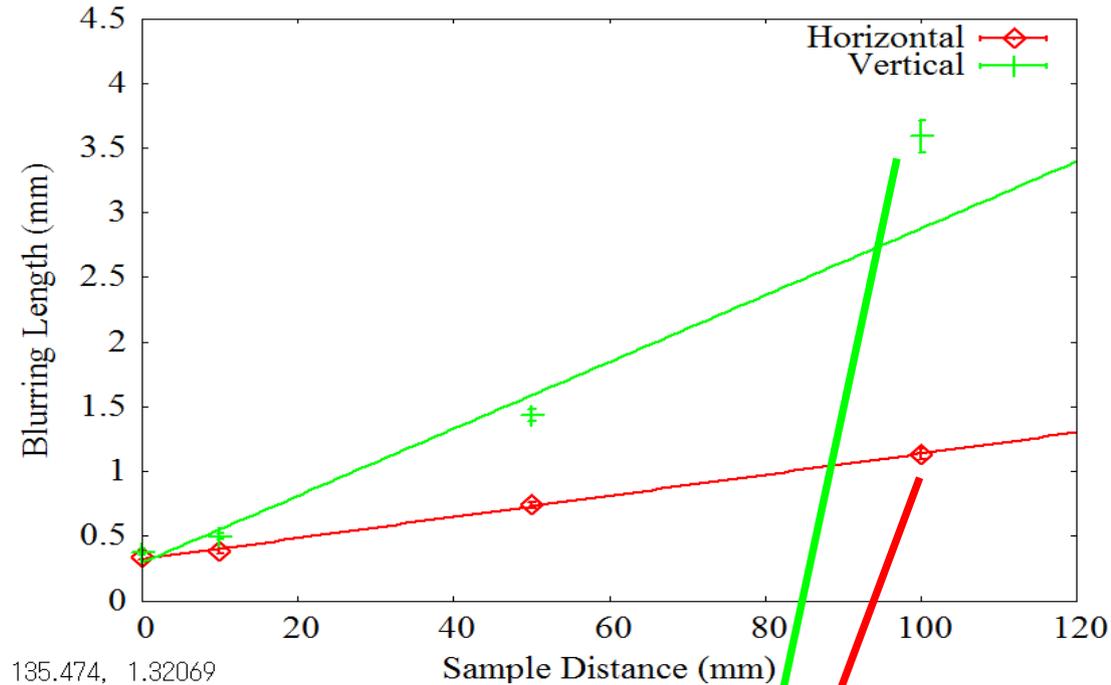
L=10mm



L=50mm



L=100mm



135.474, 1.32069

McStasによるgray吸収体コリメータシミュレーション

1.境界を定義する



2.入射した中性子に対して各境界との交点を求める(交差時刻)

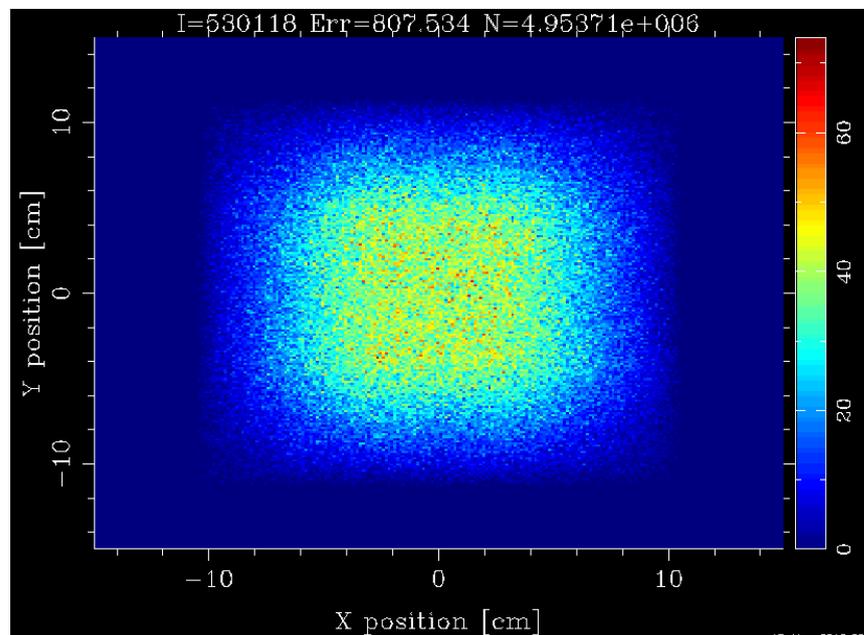


3.吸収体の中での滞在時間→滞在距離→減衰率を算出し、中性子の「weight factor」に掛ける

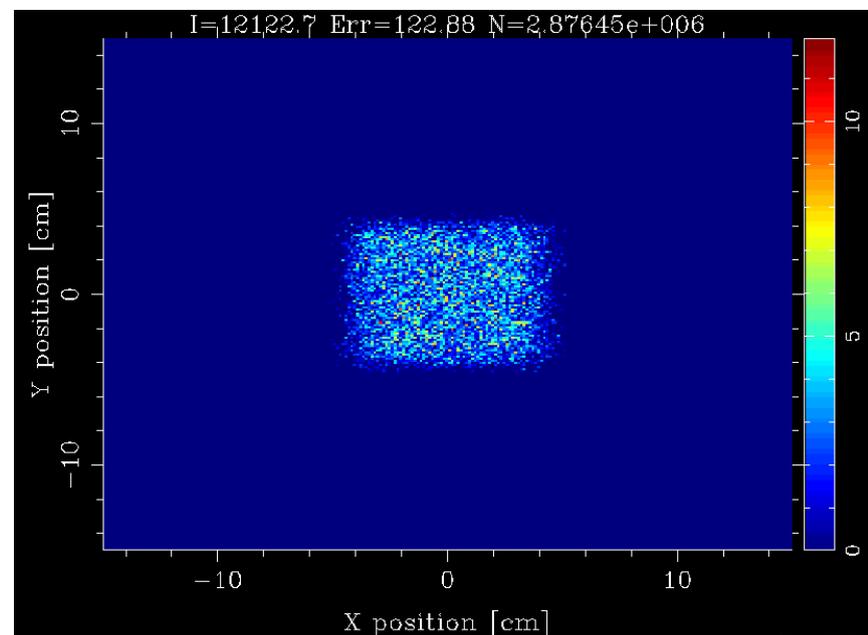


吸収体による反射、屈折は考えない

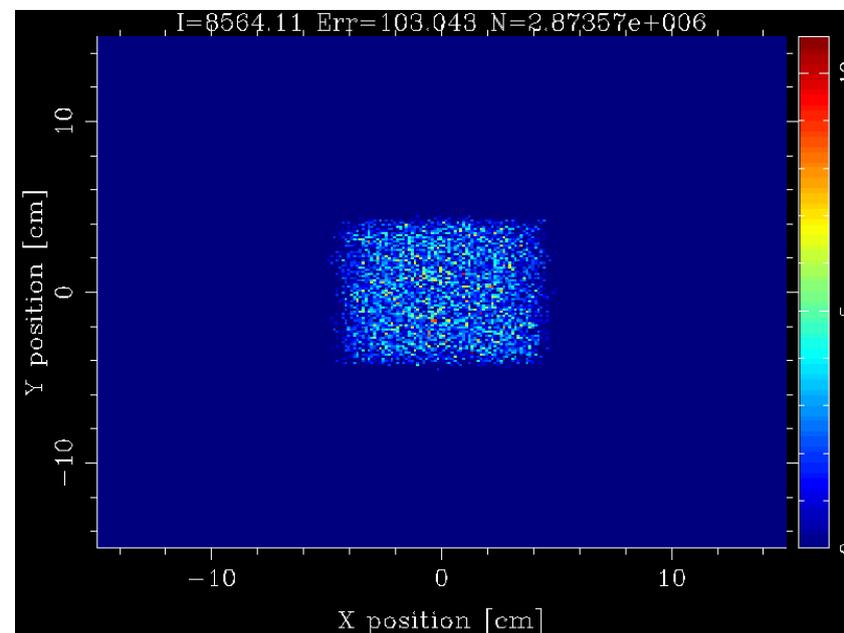
2d-コリメーション



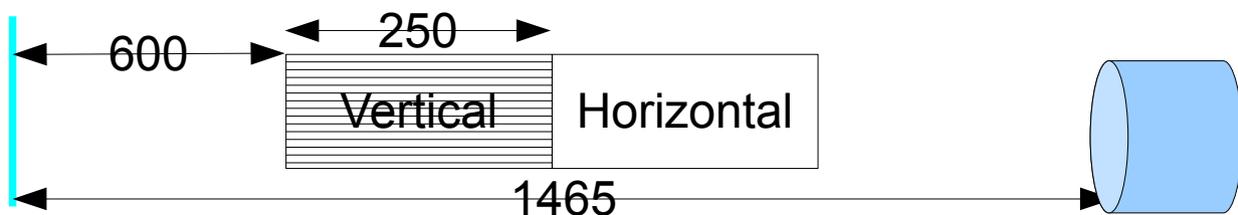
コリメーションなし $I = 530118$



Gd-Paint 0.1mm $I = 12123$

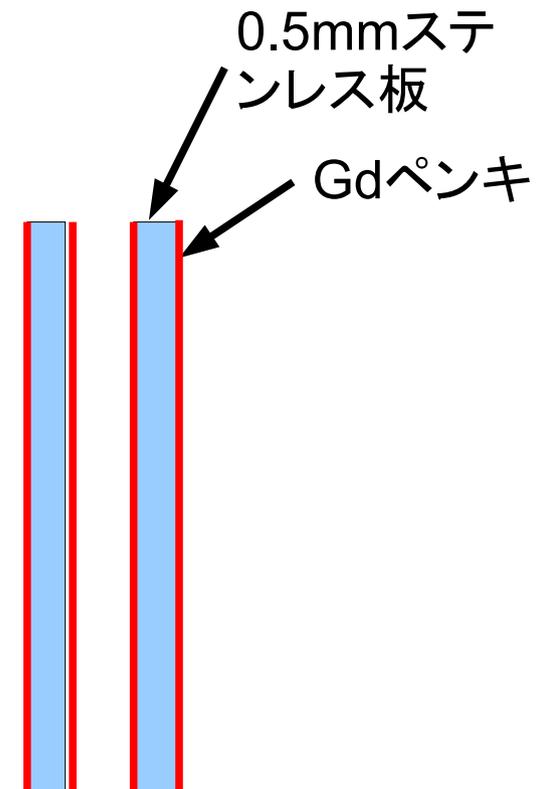
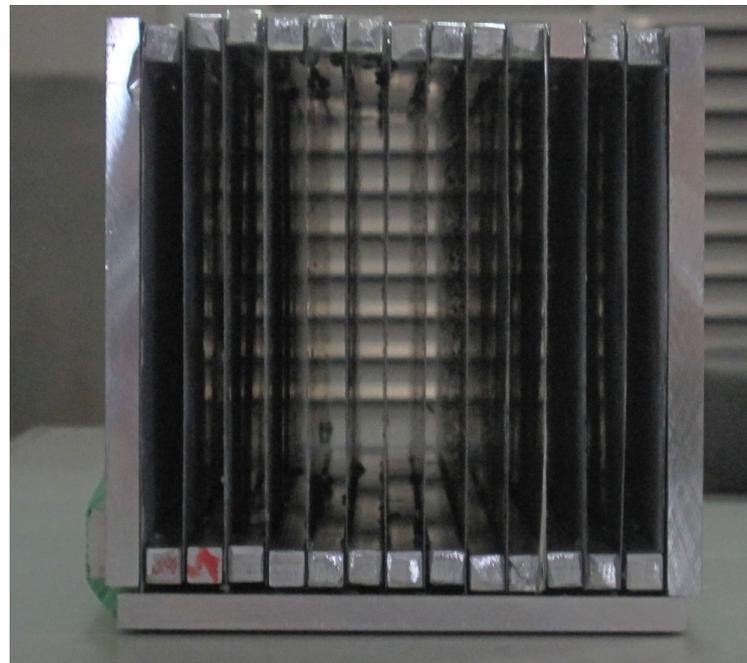


Cd- 0.5mm $I = 8564$



新型コリメータ

- 開口部を広くとるため、0.5mmステンレス板の両面にCdペンキを塗る
- 5mmAl角材をスペーサとしてコリメーターとする



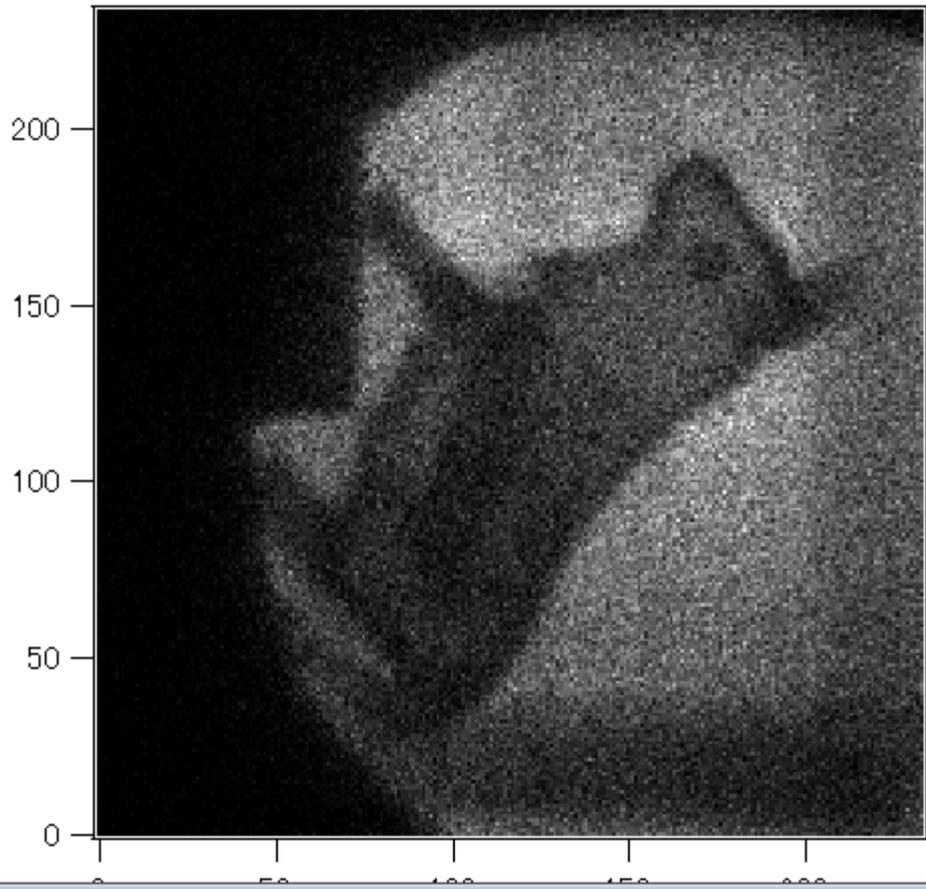
テスト撮像試料

- 試料-検出器間距離22mm(試料厚さ30mm)
- ゼンマイ入り牛のおもちゃ
- 縦横ともコリメート

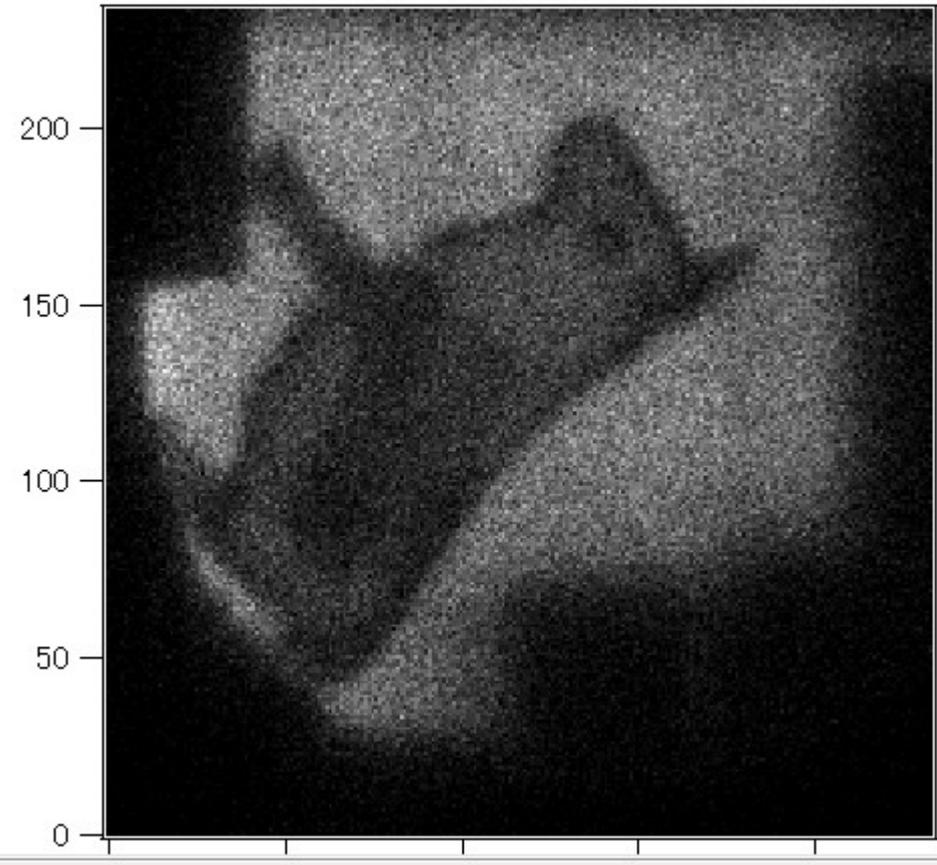


テスト撮像(全波長)

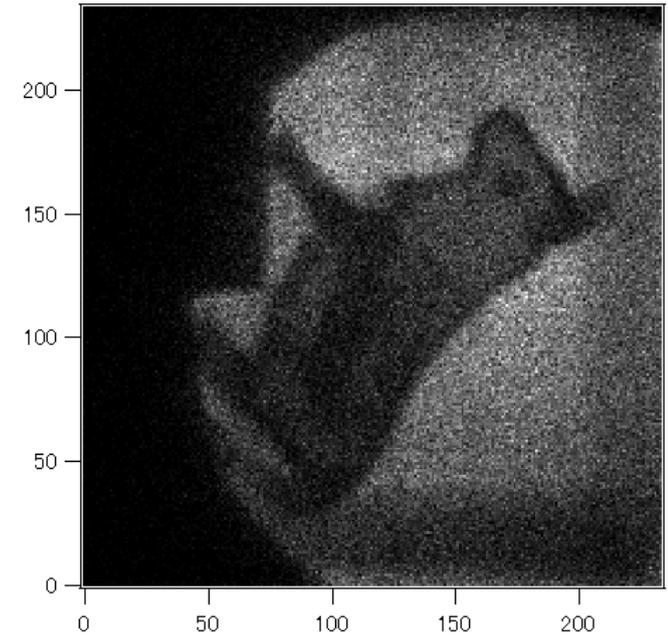
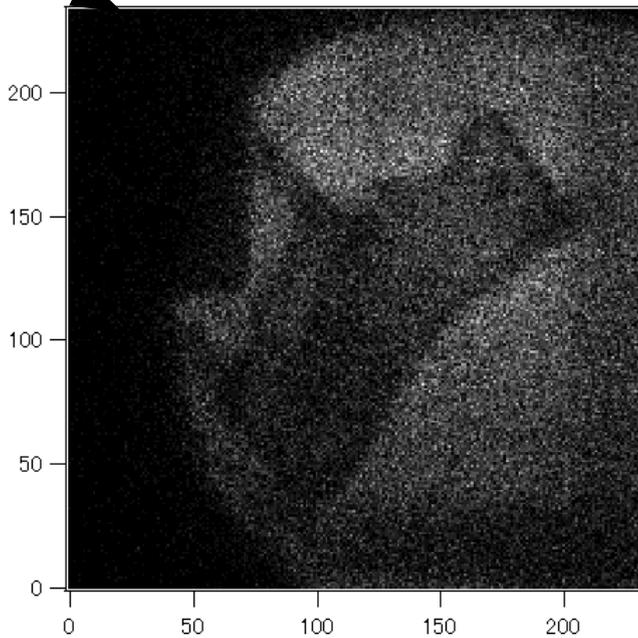
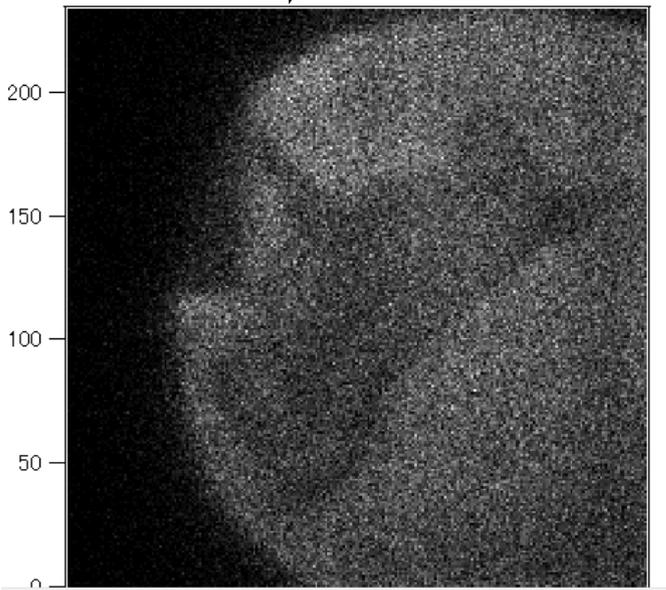
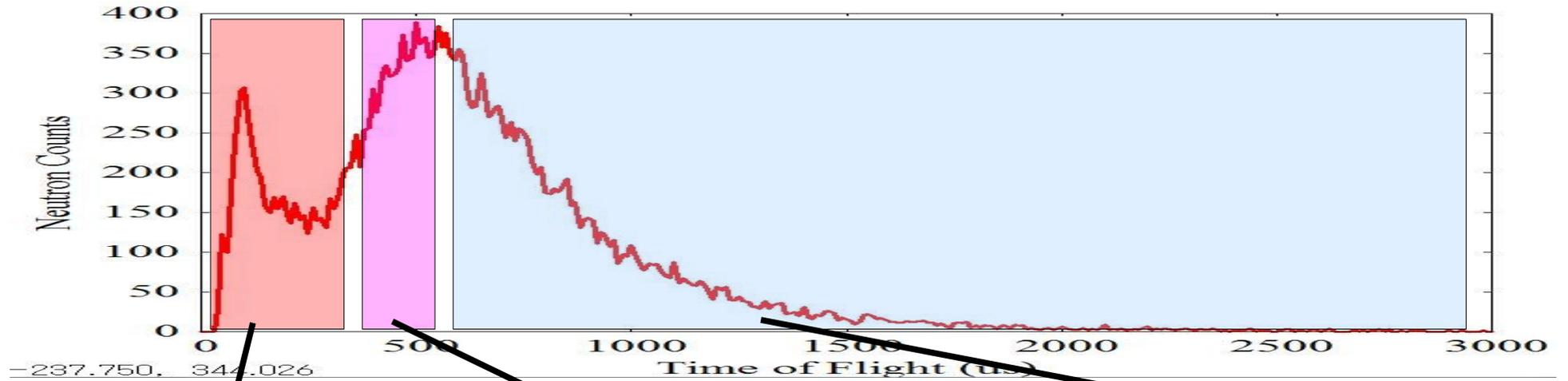
コリメータあり



コリメータ無し



テスト撮像結果



Summary

- KUANS は3.5MeV-陽子を薄いBe-ターゲットにぶつけ、常温1-liter ポリエチレン減速材で熱中性子を発生。
- 陽子電流50 μ Aのとき、減速材から1250mmの位置で、4000 n/cm²s の中性子束。
- TOF スペクトルには熱中性子ピークが明瞭に表れた。
- 10分測定で波長分解ラジオグラフィ測定が可能
- 反射率計、偏極テストビームライン、中性子CTを準備中。
- コリメータは薄くて吸収の大きいものがよい:薄板にGdペンキ塗装、Cd板

This work is collaboration with

- K.Hirota, H.M.Shimizu (Nagoya Univ.)
- Y.Yamagata, Y.Otake, Y.Seki (Riken)
- T.Nagae, M.Hirose, S.Tasaki, Y.Yamashita, K.Hironaka, Y.Iwashita, Y. Abe (Kyoto Univ.)
- Y.Kiyanagi, K.Kino (Hokkaido Univ.)
- S.Sato (KEK)

and so on.

Thank you