 <b>MLF Experimental Report</b>	提出日 Date of Report
課題番号 Project No.2008A0063  実験課題名 Title of experiment Measurements of nuclear data of minor actinides and long lived fission products for advanced nuclear systems 実験責任者名 Name of principal investigator 鬼柳善明 所属 Affiliation 北海道大学大学院工学研究科	装置責任者 Name of responsible person 大島真澄 装置名 Name of Instrument/(BL No.) NNRI/(BL04) 実施日 Date of Experiment 2008年9月27日～ 2010年2月27日

試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、結論等を、記述して下さい。(適宜、図表添付のこと)  
 Please report your samples, experimental method and results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form.
1. Au, 金属箔 金属円板 2. ホウケイ酸ガラス

2. 実験方法及び結果 (実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。) Experimental method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.
(1)中性子ビーム特性測定 中性子ビームの、Ge 検出器用実験標的位置(L=21.5m)における空間分布とエネルギー分布の測定を、位置検出型 Li ガラスシンチレーション中性子検出器を用いて行った。結果、中性子ビームがこの設計どおりの空間分布に整形されていることが確認できた。また、中性子のエネルギー強度分布を中性子源シミュレーションによるものと比較した結果、両者はよい一致を示すことがわかった。 中性子ビームのパルス測定を2種行った。熱中性子のパルス測定には、マイカによる中性子のブラッグ回折を用いた。熱外中性子のパルス測定では、ビームライン上に設置された Ta の中性子捕獲反応に伴う放出ガンマ線を捕らえ、共鳴ピークの中性子飛行時間(TOF)分布を得た。熱中性子では、マイカによる幾つかの回折ピークを中性子源シミュレーション結果と重ねた結果、形状がほぼ一致することが分かった。また熱外中性子のパルス測定データに関し、4.3～400eVの幾つかの中性子捕獲共鳴におけるTOF分布から中性子パルスを抽出した結果、測定データと中性子源シミュレーションで一致が得られた。

## 2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

### (2) NaI および $C_6D_6$ 検出器の特性測定

BL04 下流部分基本遮蔽体内に金サンプルを設置し、NaI(Tl)検出器および  $C_6D_6$  検出器の特性試験を行った。金サンプルからの中性子捕獲ガンマ線を検出し、飛行時間スペクトルおよび波高スペクトルの測定、バックグラウンドの測定を行った。今後の本実験では、バックグラウンドの低減が必要であることが分かった。

### (3) Ge 検出器を用いた測定可能エネルギー領域の評価およびダブルバンチ運転の影響評価

Ge 検出器を用いた中性子捕獲断面積の測定可能エネルギー領域の評価およびダブルバンチ運転の影響評価においては、Au 箔 0.1mm 厚 10mm $\phi$  と 0.5mm 厚 25mm $\times$ 25mm を重ねたものの 2 種類を試料として用いた。Beam 条件は 10kW のビームパワーで 25Hz 運転、測定時間は両サンプルの測定とも約 2 時間である。サンプルを設置しないサンプルホルダーのみのバックグラウンド測定も実施した。

二つの実験の TOF スペクトルを比較したものを図 1 に示す。100ns の陽子ビームが 600ns 離れて打ち込まれるダブルバンチパルスの影響により、60eV 以上の領域ではピークが二山になることが確認された。さらに、200eV 以上の領域では二山別れたピークが他の共鳴吸収のピークと重なり分離が困難になることが確認され、目標とする MA や LLFP の測定においてはこれらの影響を慎重に評価する必要がある。また、高速データ収集装置に起因するとみられるイベントレートの変動は 5-keV 付近 (20  $\mu$ s) に小さなものが、25-keV 付近 (7.5  $\mu$ s) に比較的大きなものが観測された。これらのことから、実サンプルのイベントレートなどにもよるが、大きな不感時間の補正なしに 5keV 程度までの測定は可能であると考えられる。

### (4) Ge 検出器を用いた中性子束のエネルギー分布の測定

B を含んだサンプルとしてホウケイ酸ガラスを用いて、L=21.5m における中性子束分布を、Ge 検出器を用いて測定した。ホウケイ酸ガラスのサンプルとしては、0.15mm 厚 22 mm $\times$ 24 mm、のものを 10 枚 (計 1900 mg) 用いた。ホウケイ酸ガラスに含まれる B 以外の成分の影響を差し引くために、ほぼ同形状となる面積 25 mm $\times$ 25 mm、厚さ 0.5 mm の石英ガラス 3 枚 (計 2032 mg) をダミーサンプルとして用いた。それぞれの測定において、バックグラウンドレベルを確認するために、Cd, Mn, Co, In, Ag のフィルターを挿入した場合とない場合を測定した。また、デッドタイムの補正のために、Ge 検出器の近傍に  $^{133}\text{Ba}$  標準線源 (370 kBq) を設置し、同時に測定した。

図 2 に、Ge 検出器を用いて測定した中性子束のエネルギー分布を示す。これらは、 $^{10}\text{B}(n, \alpha\gamma)^7\text{Li}$  反応で生成する 478 keV ガンマ線にゲートをかけて得られた TOF スペクトルを同反応断面積で除することにより求めた。導出にあたりデッドタイム及びホウケイ酸ガラスに含まれる B 以外の成分の影響を補正した。バックグラウンドレベルは十分小さく、今後デッドタイムの補正精度を高めることで、 $^{10}\text{B}(n, \alpha\gamma)^7\text{Li}$  反応を用いて、中性子束分布を精度よく決定できる見通しを得た。

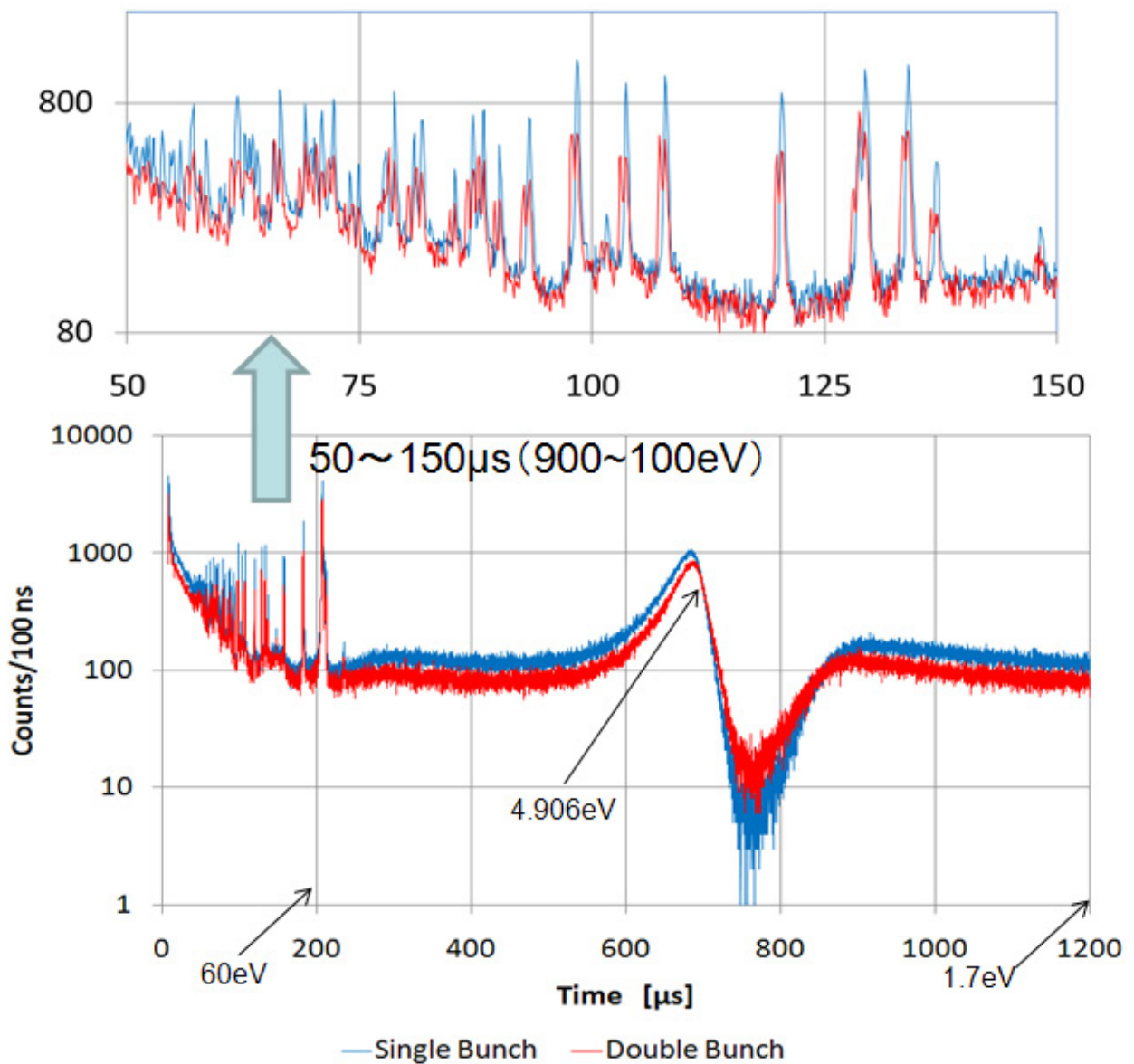


図1 シングルバンチとダブルバンチの TOF スペクトルの違い。青線はシングルバンチの測定結果、赤線はダブルバンチの測定結果。より速い時間の比較のため、50~150 μs(900~100eV)については拡大して表示した。

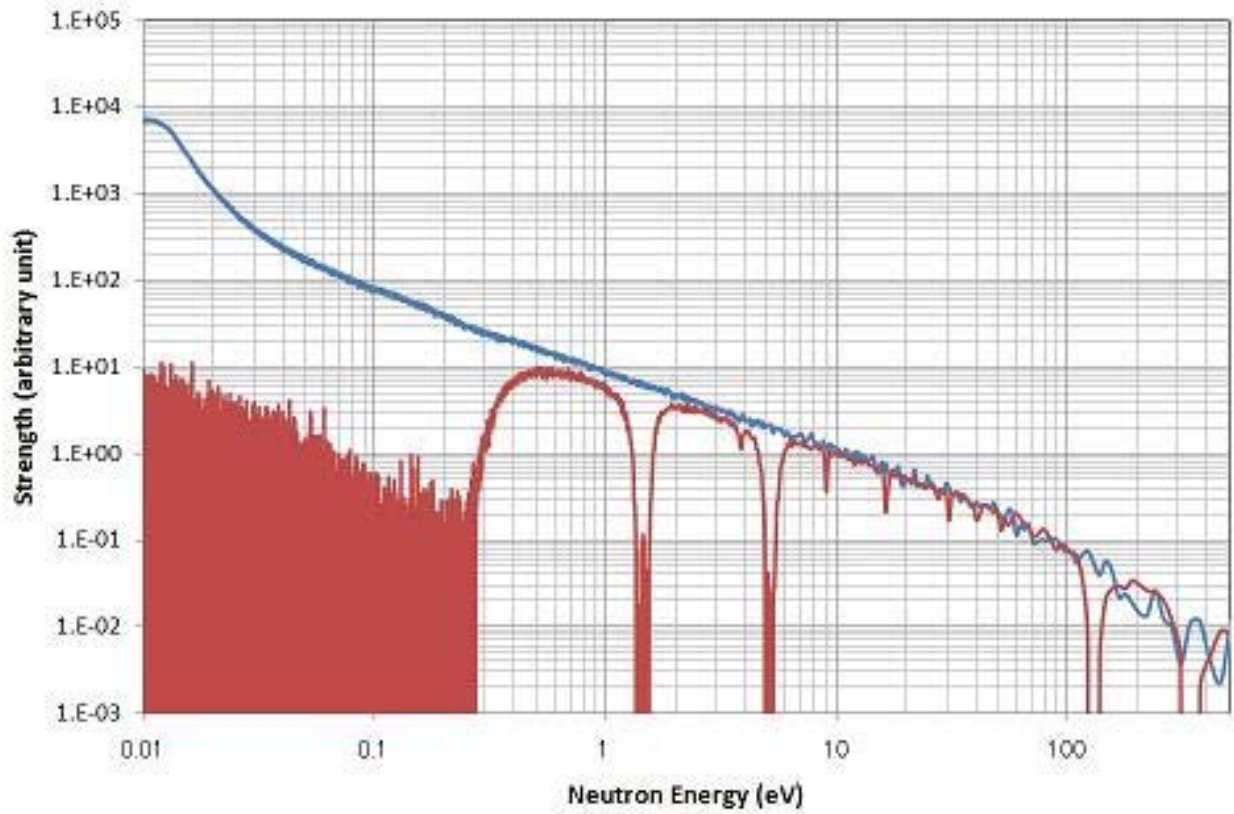


図 2 中性子束のエネルギー分布(任意スケール):青線はフィルターなし、赤線はフィルターありの場合