

課題名	新たな未臨界監視検出器をめざした核分裂高エネルギーガンマ線の測定			
参画機関	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構			
事業規模	期間	平成25～27年度	総額	64百万円

【研究代表者】

西尾 勝久 原子力機構 サブリーダー/研究主幹
(先端基礎研究センター)



【研究概要】

福島第一原子力発電所では、溶融して固まった核燃料がデブリとなって塊を形成しています。廃止措置のためこのデブリを解体する必要がありますが、体系が未臨界であることを保証しながら作業を進める必要があります。これをモニタするには、デブリ内で生ずる核分裂事象を観測することが必要ですが、このためには強い環境ガンマ線と異なる特徴を有し、核分裂に由来する放射線を検出する必要があります。本研究では、核分裂に伴って放出される20MeVまでの高エネルギーガンマ線に着目し、ウラン235の熱中性子入射核分裂でこのようなガンマ線が放出されるかを実験的に調べることにしました。これが実証できれば、エネルギーの違いを利用して環境ガンマ線（最大で4MeV程度）を区別し、高エネルギー領域に感度のある検出器を開発すれば目的を達成できます。一方、核分裂の発見以来80年近くが経ちますが、ウラン235の既存のデータでは、最大でも6MeVまでしか測定されていませんでした。

私たちは、まず20MeVまでのガンマ線が測定できる装置を構築しました。ここで、高計数率・高効率・高分解能のそろった核分裂片検出器とガンマ線検出器の開発に成功しました。これらを用いて、仏・グルノーブルのラウエランジェバン研究所（ILL）にある研究用原子炉からの中性子ビームを用いて実験を遂行しました。この結果、次ページで示すように20MeVまでのスペクトルの測定に成功し、新たな臨界監視検出器の原理を確立しました。本測定は、過去のデータに比べて統計感度を100,000倍高めたことになり、世界のどの機関でも達成できなかった成果と言えます。

【その後の取り組み】

得られた実験データをベースに、実際の臨界監視検出器の設計を行いたいと考えています。このためには、福島第一発電所におけるデブリの形状や組成などのデータが必要となります。これらを反映して設計に活かしたいと思えます。また、本実験データは核分裂の基礎を理解するためにも重要です。世界の各機関から理論や実験における共同研究の提案を受けており、核分裂が関する物理と新技術開発にも貢献したいと考えています。

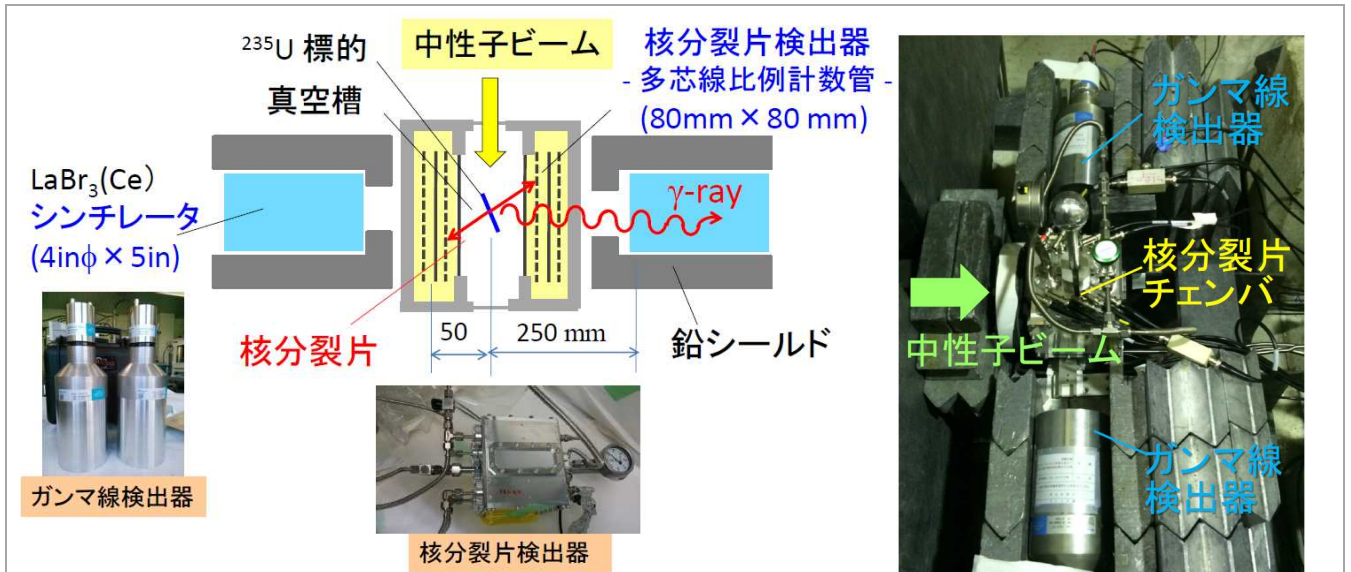


図1 ウラン 235 熱中性子核分裂における高エネルギーガンマ線測定装置の概略図

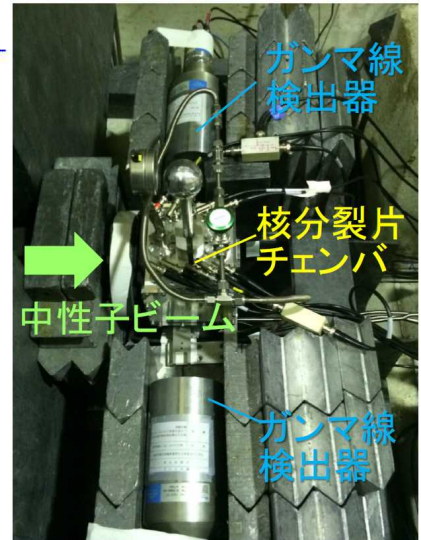


図2 ILLの研究用原子炉の中性子ビームラインに測定装置を置いた様子

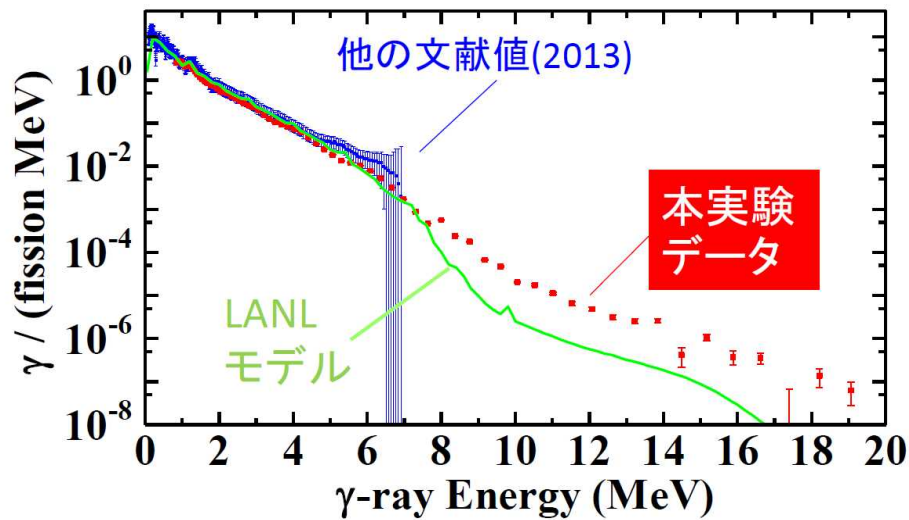


図3 ウラン 235 の熱中性子核分裂で生成される即発ガンマ線のエネルギースペクトル¹⁾。文献(a)に比べて 100,000 倍の統計精度を上げ、20MeV までのデータ取得に成功しました。現在の核分裂理論(b)とも比較しています。

(a) A. Oberstedt et al., Phys. Rev. C **87** (2013) 051602.

(b) I. Stetcu et al., Phys. Rev. C **90** (2014) 024617.

代表的な特許、論文受賞など

【発表論文等】

1. H. Makii et al., "Measurement of high-energy prompt gamma-rays from neutron induced fission of U-235", International Conference on Nuclear Data for Science and Technology (ND2016), Bruges, Belgium, 11-16 Sept. 2016.