

平成23年度修士論文要旨

標題：レーザ・コンプトン散乱ガンマ線のエネルギー領域拡大とその評価に関する研究

所 属： 物質科学専攻 物質機能解析学部門 ビーム物理学講座

指導教員： 宮本修治 ・ 庄司善彦 ・ 橋本智

学生番号： SM10M021 氏名： 戸中大輔

NewSUBARU放射光施設、ビームライン1番(BL01)ではレーザーコンプトン散乱を用いた γ 線利用研究を行っている。BL01では波長1.064 μm のNdレーザーおよび、波長10.59 μm のCO₂レーザーを1GeV電子で散乱させることにより、ピークエネルギー約17MeVおよび、1.7MeVの γ 線を定常的に発生・利用することが可能である。このガンマ線を用いて様々な応用研究が行われている。本研究では応用研究のためのガンマ線フラックス測定を放射化法により検証した。さらにガンマ線源の利用エネルギー領域の拡大を行った。

高エネルギーガンマ線フラックス測定において、高線量 ($10^5 \gamma/\text{s}$ 以上)のときは検出器の不感時間が大きいため測定精度が大きく低下する。正確に評価するためには大型の検出器と高速計数機器が必要である。この計測に対してクロスキャリブレーションを行うため放射化法を用いた計測を行った。光核反応断面積が既知であるターゲット(今回は銅(Cu: 5.0mm ϕ \times 50mm)を用いた)に γ 線を照射することでターゲットを放射化させ崩壊時に生ずる低エネルギー(数百 keV 程度)の γ 線を測定することで入射 γ 線のフラックスを評価した。この手法は、さらに大線量の場合にも適用可能である。実験照射配置と想定ガンマ線スペクトルを Fig.1 に示す。

γ 線は波長 1.064 μm の Nd レーザーを 1GeV 電子で散乱させた最大エネルギー16.7MeV をコリメーターで準単色化して用いた。放射化法および GSO 検出器で測定した γ 線フラックスの測定結果の値は以下の通りである。

<大型 GSO 検出器による γ 線フラックス> $N_\gamma = 3.55 \times 10^5 \text{ photon} \cdot \text{sec}^{-1}$

<Cu 放射化法による γ 線フラックス> $N_\gamma = 3.05 \times 10^5 \text{ photon} \cdot \text{sec}^{-1}$

放射化法での計測結果はGSOでの結果と比べると-12%のフラックスとなった。現在、この誤差原因は、放射化サンプルからの崩壊ガンマ線の計数効率、およびガンマ線スペクトルの評価誤差に起因していると考えている。ガンマ線が 10^7 を超える高フラックスにおいても、放射化法を用いることにより、計測が可能であると考えられるため、高線量計測の基準としたい。

レーザーコンプトン散乱 γ 線のエネルギーはレーザー波長と電子ビームエネルギーに依存するため容易にエネルギーの変更が可能であるがNewSUBARU通常運転中は電子エネルギー1GeV固定のため、波長の異なるレーザーの導入による発生ガンマ線源のエネルギー領域の拡大を行った。導入したレーザーはTi-Safレーザー(波長710~820nm)とErファイバーレーザー(波長1550nm)である。Ti-Safレーザーでは21~24MeVのガンマ線を発生、調整することができた。また既設のNdレーザーと同時に使用することで2波長のガンマ線発生が可能となった。Fig.2に示す。Erファイバーレーザーでは11.4MeVのガンマ線を発生させることができた。

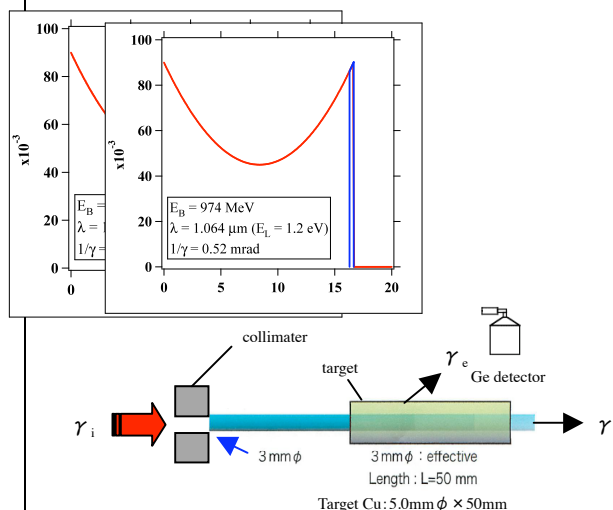


Fig.1 放射化法によるガンマ線フラックス測定配置

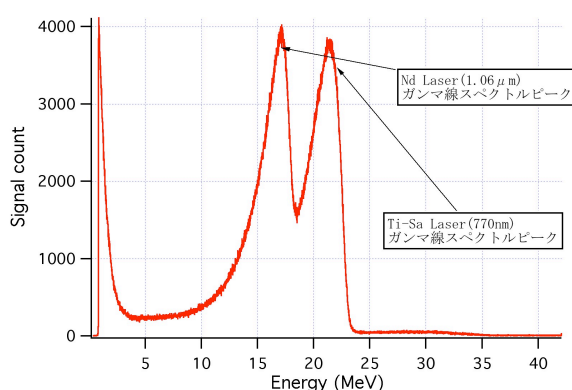


Fig.2 NaI シンチレータ検出器におけるNd、Ti-Saf同時入射ガンマ線スペクトル

指導教授：宮本修治 印