

ニュースバルにおける エネルギー可変・高指向性ガンマ線ビーム性能の向上

～世界的有数の LCS ガンマ線源の 30%強度 UP に成功～

高度産業科学技術研究所

◎M1 ひらかわはると はしもとさとし
平川悠人、准教授 橋本智

キーワード

ガンマ線ビーム, レーザー・コンプトン散乱,
高エネルギー電子ビーム, ニュースバル



研究概要

ニュースバル放射光施設ガンマ線ビームライン BL01 は世界でも数少ないレーザー・コンプトン散乱(LCS)ガンマ線施設である。この施設では、ニュースバル電子蓄積リング内を周回する電子ビームに入射レーザーを照射させることで、レーザー光子を高エネルギー電子に散乱させ、ガンマ線領域の光子を発生させることができる。LCS ガンマ線は、エネルギー可変、高エネルギー性、高指向性、準単色性、偏光性といった優れた特徴を有するため、光核反応を用いた核物理研究、核変換研究、宇宙核物理研究や非破壊検査に利用されている。発生するガンマ線のエネルギーは、電子エネルギー、レーザー波長、および散乱角度で決定される。また、ガンマ線の強度(光子数)は、電子ビーム電流やレーザー出力に比例し、電子ビームと入射レーザーの干渉状態によって決定される。現在、我々はガンマ線の高強度・安定化を目指して研究を進めている。具体的には、レーザー光学系の最適化の計算および実装、パルスレーザーと単一電子バンチによるガンマ線発生の実用化、光学素子の遠隔制御に取り組んでいる。本発表ではこれらの研究成果について報告する。

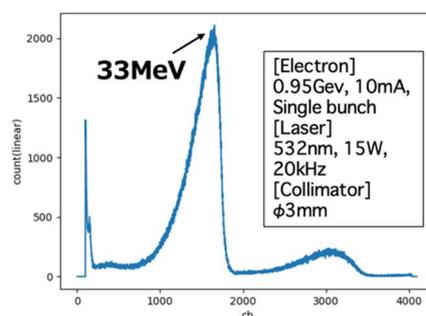


図 1 LCS ガンマ線スペクトル

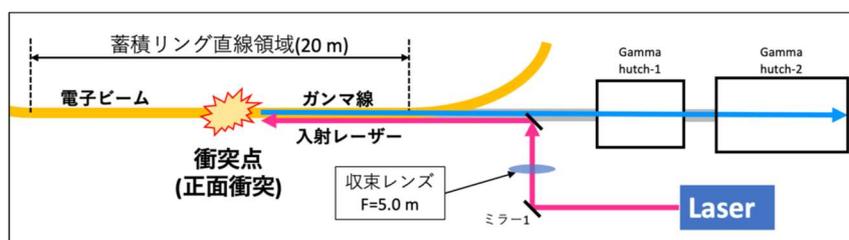


図 2 ニュースバル LCS ガンマ線ビームライン BL01

アピール ポイント

レーザー光学系の最適化を行い、ガンマ線強度を約 1.3 倍に増加することに成功した。光子数の増加は実験時間の短縮、S/N 比の向上など利用者には大きなメリットがある。また、タイミング同期回路を構築し、レーザー(波長 532nm、パルス幅 約 30ns、繰り返し周波数 20kHz)と単一電子ビーム(周回 400ns、バンチ長 30ps)の同期衝突に成功した。さらに今まで調整困難であった遮蔽室内にある光学素子の遠隔制御を実現し、長距離を伝搬するレーザーの光軸アライメント調整がより高精度を行えるようにした。これにより、最適解を模索、調整時間の短縮、光子数の増加が可能になった。今後、機械学習を用いた光学素子の自動アライメントシステムの開発など、更なるガンマ線源の性能向上を目指す。

