

レーザーコンプトンガンマ線源の連続運転試験

金安達夫, 高林雄一, 岩崎能尊, 江田茂
九州シンクロトロン光研究センター

SAGA-LS では 1.4GeV 電子蓄積リングと波長 10.6 μm の CO_2 レーザーを用いて, レーザーコンプトン散乱(LCS)ガンマ線の生成実験に取り組んでいる. 蓄積リングのエネルギーアクセプタンスはガンマ線のエネルギー(最大 3.5MeV)より充分に大きいため, CO_2 レーザーによる LCS はビーム寿命へ影響を与えず放射光ユーザー運転と共存可能である. また CO_2 レーザーは大出力化が比較的容易であり, ガンマ線の大強度化についても有利といえる.

これまでに LCS ガンマ線の特性評価を目的として, 低蓄積電流における基礎実験を進めてきた. 基礎実験の結果, スペクトル形状や空間分布はシミュレーションとよく一致すること, ガンマ線強度は設計値の 30%程度ではあるがレーザー光学系の調整により強度増加が見込まれること, 蓄積ビームへの影響はみられず LCS ガンマ線源の基本動作に問題はないことがわかった. その後, 現状の実験系における最大強度の LCS ガンマ線生成に成功し, H23 年度の後半からはユーザー運転条件におけるガンマ線の安定供給を目指して LCS ガンマ線の長時間生成実験に取り組みつつ, 一部応用実験へのガンマ線供給も試験的に行っている. またガンマ線の生成実験と並行して, ガンマ線利用の利便性向上を目的とした実験設備の整備を進めている.

レーザーコンプトンガンマ線源の連続運転試験

金安達夫, 高林雄一, 岩崎能尊, 江田茂
九州シンクロトロン光研究センター

はじめに

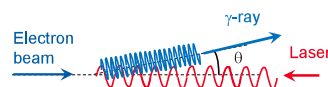
放射光施設SAGA Light Sourceでは1.4 GeV電子蓄積リングとCO₂レーザーを用いてレーザーコンプトン散乱(LCS)ガンマ線の生成実験に取り組んでいる。ガンマ線源は蓄積リングの入射用直線部を活用しており、最大エネルギー3.5 MeVのLCSガンマ線を放射光ユーザー運転中に随時供給できる。ガンマ線の実験評価実験を経て、2012年7月よりユーザー運転中に試験的なガンマ線の応用実験を開始した。ガンマ線源の概要と連続運転試験の結果を報告する。

SAGA-LS LCSガンマ線源の基本コンセプト

GeVクラス蓄積リングにおける高出力赤外レーザーを用いた数MeV領域の高フラックスガンマ線の安定生成かつ放射光ユーザー運転との共存

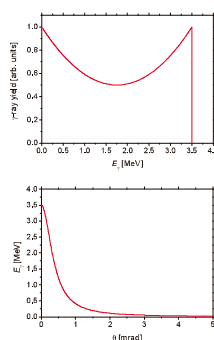
Laser Compton scattering (LCS)

- 1.4 GeV電子ビームと波長10.6 μmのレーザー光の正面衝突。
- ガンマ線の最大エネルギーは3.5 MeV
- リングのエネルギーアクセプタンスはガンマ線エネルギーより十分に大きいため、LCSはビーム寿命へ影響を与えない



$$E_{\gamma} = \frac{4\gamma^2 E_L}{1 + (\gamma\theta)^2 + 4\gamma E_L / (mc^2)}$$

Calculated spectra



ガンマ線源の概要と整備計画

LCS用レーザー

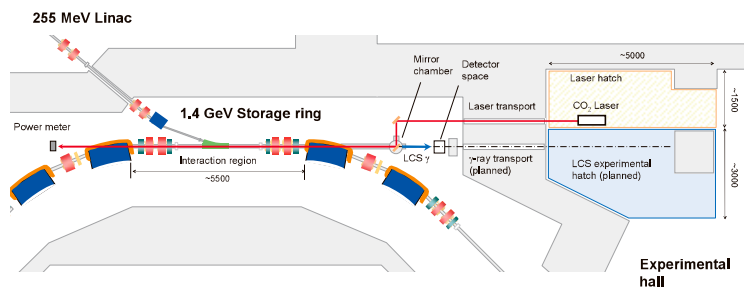
- 小型CO₂レーザー (最大出力CW 10 W)
- レーザー関連機器をレーザーハッチへ移設

LCSイベントレート

- 最大1×10⁸ ph/s
(ビーム電流300 mA, レーザー出力10 W)

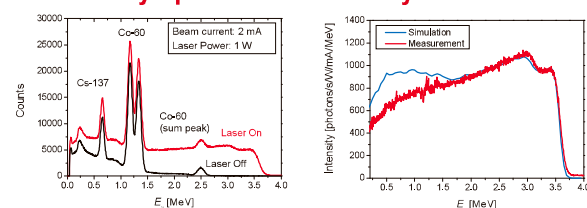
実験スペース

- リング室内の限られたスペースのみ利用可能
- ガンマ線利用の利便性向上を目的として、2013年度中に実験ホールへのガンマ線取り出しと実験ハッチ建設を予定



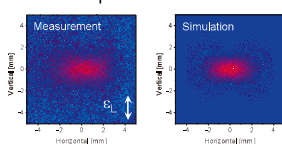
基本特性

Gamma-ray spectra measured by BGO detector

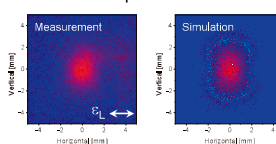


Spatial distributions measured by imaging plate

Vertical polarization



Horizontal polarization



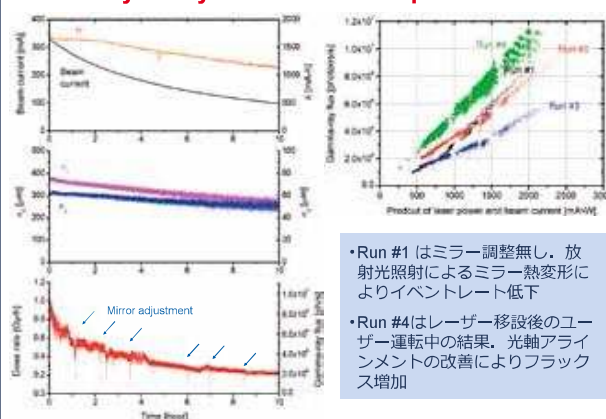
- スペクトルや空間分布はシミュレーションと概ね一致。ガンマ線フラックスは設計値の30%程度[1]
- 高フラックス領域ではイオンチェンバータイプのサーベイメータを用いた線量測定でガンマ線フラックスを評価[2]

参考文献

- [1] T. Kaneyasu et. al, Nucl. Instr. Meth. A **641** (2011) 5.
- [2] T. Kaneyasu et. al, Proc. of IPAC'11, p. 1476.
- [3] T. Kaneyasu et. al, J. Phys. Conf. Series **425** (2013) 042018.

連続運転試験

Feasibility study of continuous operation



- Run #1 はミラー調整無し。放射光照射によるミラー熱変形によりイベントレート低下
- Run #4はレーザー移設後のユーザー運転中の結果。光軸アラインメントの改善によりブラックス増加

- ユーザー運転と同等の条件(1日1回入射, ユーザー利用10.5時間)で連続運転スタディを実施[3]
- ガンマ線フラックスはビーム電流に概ね比例(数時間に一回のミラー調整)
- 蓄積ビームやレーザー導入ポートへの影響は見られず, LCSガンマ線は継続して生成可能
- 放射光ユーザー運転と並行したガンマ線応用実験を開始