

THz-ICS による軟 X 線発生

島田 美帆

高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設

Generation of soft X-ray by the technique of THz-ICS

Miho Shimada

Accelerator Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

One of the features of ERL is the short electron bunch operation with a high repetition rate. If the bunch length is much shorter than the cutoff wavelength, the intense Coherent Synchrotron Radiation (CSR) is emitted at the bending magnet. From this point of view, we proposed the Inverse Compton Scattering (ICS) using CSR in THz region to produce a short pulse soft X-ray at the MeV class ERL. In the proposal, THz-CSR collected by the magic mirror or the optical cavity is focused on the following electron bunch for ICS. The expected pulse duration of the soft X-ray is almost the same with the bunch length; 100 fs - 1 ps. At a 60 – 200 MeV ERL, 10^{4-5} phs./pulse can be expected with the energy range of 0.04 – 4 keV.

ERL のひとつの大きな特徴は短バンチ運転を高い繰り返しで可能なことであり、通常の運転で数 ps である。バンチ圧縮時には 100fs 程度のバンチ長を想定しており、将来計画の 3 GeV ERL では 100fs 程度の短パルス X 線光源としての検討が進んでいる。これらのバンチ長は真空チャンバーのカットオフ周波数に相当する波長より十分短いため、テラヘルツ領域で大きな強度のコヒーレント放射光(CSR)が得られることも期待されている。そこで、この THz-CSR を逆コンプトン散乱に用いた短パルス光源を提案した[1]。エネルギーが 60-200 MeV のコンパクト ERL では軟 X 線領域の生成が可能である。

CSR は偏向電磁石で前方に放射されるため、放出した電子自身に衝突させることは困難である。そこで、ミラーを用いて後続の電子バンチに衝突させる。本発表では、マジックミラーを用いて広い範囲の CSR を取り込む方法と、光学結晶の高反射率ミラーを用いた Optical Cavity (光共振器) に溜めて衝突させる方法について紹介する (図 1)。マジックミラーを用いた方法は ICS で生成された光子はほぼ白色光であり、図 2 に放射光(CSR を含む)および ICS で生成した光子スペクトルを示す。Optical Cavity で期待される軟 X 線は表 1 にまとめた。X 線のエネルギーはおおよそ 0.04 – 4 keV、パルス当たりの光子数は 10^{4-5} phs./pulse である。

[1] M.Shimada and R. Hajima, Phys. Rev. STAB, **13**, 100701 (2010)

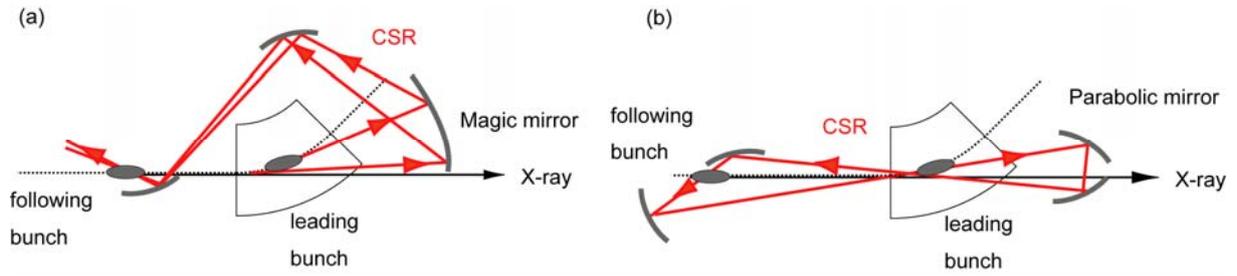


図 1: CSR による逆コンプトン散乱の模式図; (a) マジックミラー、(b) Optical Cavity

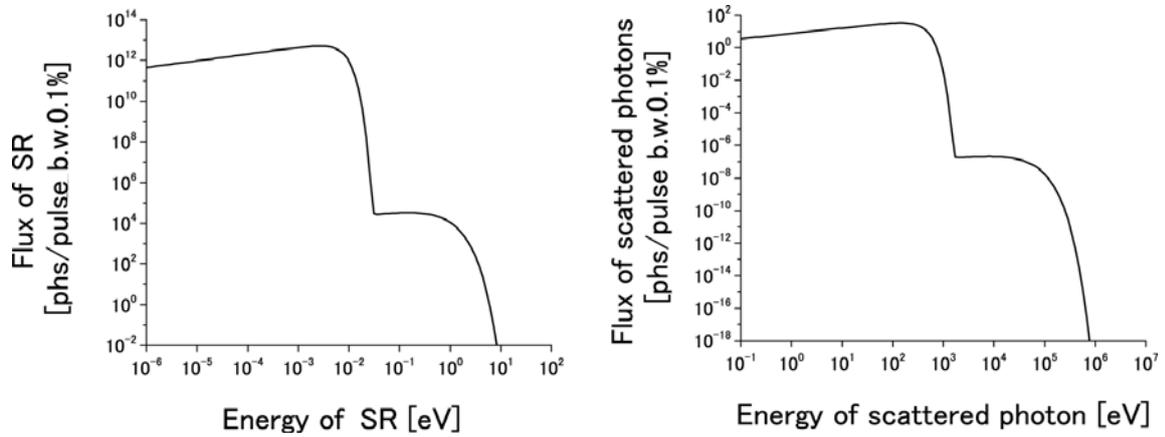


図 2: (左) 偏向電磁石からの放射光スペクトル、(右) マジックミラーによる逆コンプトン散乱で期待される光子のスペクトル。ここで真空チャンバーによる遮蔽効果は考慮していない。

Electron energy [MeV]	Charge [nC]	σ_z/c [ps]	Spot size [mm \times mm]	CSR energy [mJ]	K	X ray energy [keV]	N_x [phs/pulse]
60	0.077	0.1	0.3 \times 0.3	0.14	0.013	0.4	1 \times 10 ⁴
60	0.5	1	3 \times 3	0.6	0.009	0.04	4 \times 10 ⁴
200	0.2	0.1	0.3 \times 0.3	1.0	0.034	4	2 \times 10 ⁵
200	1	1	3 \times 3	2.5	0.017	0.4	3 \times 10 ⁵

表 1: バンチ圧縮可能なパラメータおよび Optical Cavity の ICS で期待される軟 X 線パルス