

X-FELO の原理と光源特性

羽島 良一

日本原子力研究開発機構

Light Source Performance of X-FELO

Ryoichi Hajima

Japan Atomic Energy Agency

X-ray Free-Electron Laser Oscillator (X-FELO) has been proposed to produce hard X-ray radiation having spatial and temporal coherence. The X-FELO consists of a pair of Bragg mirror of high-reflectivity and focusing elements such as compound refractive lenses or grazing-incidence ellipsoidal mirrors. Electron beams required for driving the X-FELO must have repetition rate matching to the oscillator length, ~ 1 MHz, and emittance as small as the diffraction limit of the X-ray. Energy-Recovery Linac (ERL) is a suitable device to satisfy the above requirement. In this talk, principle and light source performance of the X-FELO are presented.

エネルギー回収型リニアック (ERL) による次世代 X 線放射光源において、共振器型 X 線自由電子レーザ (X-FELO) を実現するアイデアが K-J. Kim らによって提案された[1]。X-FELO は、サファイア等の単結晶がオングストローム領域の X 線に対して、直入射に近い条件で高い反射率をもつことを利用し、X 線の光共振器を構成し、この中で電子ビームと X 線パルス を多数回にわたり相互作用させて FEL 発振を得るものである。SASE-FEL と異なり、時間コヒーレンスを備えた X 線パルスが発生できる点が大きな特長である。

現在計画されている ERL 型 X 線放射光源の代表的な電子ビームパラメータ(電荷量 20 pC, バンチ長 2 ps, エミッタンス 0.1 mm-mrad など)で、1 Å の FEL 発振が可能であることから、ERL 光源の魅力を増すオプションとしても有望である。

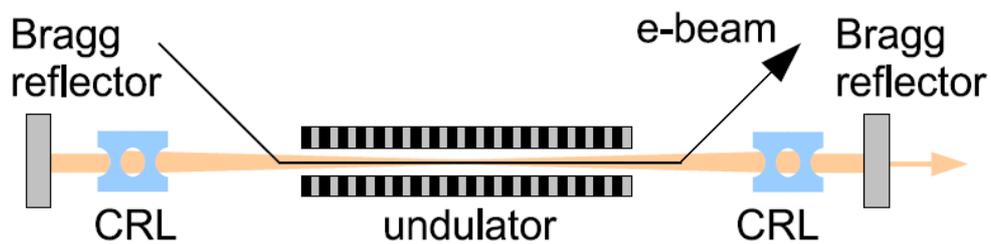
われわれは、時間依存 1 次元コードを使って X-FELO のシミュレーションを行った。この計算コードは、JAEA-FEL の発振実験 (スパイク型発振や超短パルス発生など) をよく再現することが確かめられている。単結晶における X 線の反射は、X 線パルス (時間領域で計算) を FFT で周波数領域に変換した後、理想的なダーウィン曲線のモデルを使って求めている。回折による狭帯域化に加えて、K-J. Kim の論文[1]では考慮されていない位相シフト (分散)

の効果も含んでいる。

発表では、X-FELO の原理を述べた後、X-FELO の発振特性として、ショットノイズから飽和に至るまでの FEL パルスの時間波形の変化、パルスあたりの光子数、共振器長デチューニングの効果などを報告する。

[1] K-J. Kim et al., Phys. Rev. Lett. 100 (2008) 244802.

[2] R. Hajima, N. Nishimori, Proc. FEL-2008, p.87.



共振器型X線自由電子レーザー (X-FELO)