

cERL を用いた中赤外自由電子レーザーの建設

加藤龍好

高エネルギー加速器研究機構

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 (KEK) は NEDO (新エネルギー産業技術総合開発機構) からの競争的資金[1]を得て、赤外 FEL プロジェクトを開始した。このプロジェクトの目的は、KEK にある compact ERL (cERL) [2]を用いて赤外 FEL を建設し、その FEL を産業用レーザーに必要な加工データベースを構築するための光源として利用することである。

この FEL プロジェクトでは cERL の周回部に 2 台のアンジュレータを設置し、超伝導加速器を用いた SASE 型 FEL による高平均出力の中赤外光源を実現する。周回部に設置されるアンジュレータは Gap 固定型であり、上下磁石列の位相差で光子のエネルギーを変える APU (Adjustable Phase Undulator) である。周期長は 24 mm で、周期数は 124 となるが、両端に 12 mm ずつの端部がつき、全長は 3 m となる。Gap は 10 mm であり、上下磁石列の位相が揃った時の K 値は 1.4 となる。この 10 mm の磁極間にアルミ押出成形の真空ダクトが収まる。真空ダクトの内径は、長径 50 mm、短径 8 mm の楕円型である。アンジュレータ間には、前段アンジュレータを通過した電子ビームを後段アンジュレータにマッチングさせるために 4 台の Q 電磁石とシケイン電磁石が設置される。

目標とする電子ビームのパラメータは、エネルギー 17.5 MeV、バンチ当たりの電荷量 60 pC、規格化エミッタンス 3 mm mrad、エネルギー分散 0.1%、バンチ長 1 ps (FWHM) である。上下磁石列の位相がそろった波長 20 μ m のとき、前述の理想的なパラメータが実現されると、81.25 MHz 繰り返しの電子銃レーザーを用いて CW 運転したときの平均レーザー出力は最大 10W 程度と予想される。パラメータ実現の難易度を考慮して、CW 運転時に光出力 1 W を本プロジェクトの目標値としている。本研究会では、この FEL システムの建設とこれを用いた光発生実験について報告する。

[1] https://www.nedo.go.jp/koubo/IT3_100064.html

[2] M. Akemoto et al., "Construction and Commissioning of the Compact Energy-Recovery Linac at KEK", Nucl. Instrum. Meth. A 877, 197 (2018). doi:10.1016/j.nima.2017.08.051.