

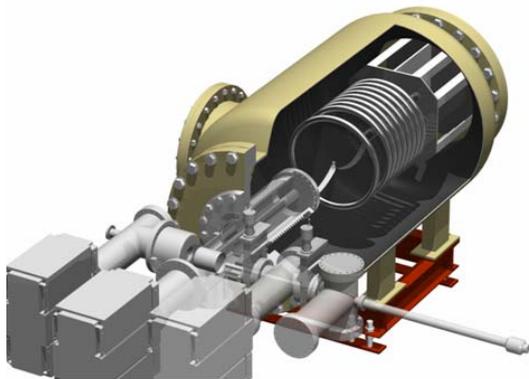
ERL用電子銃の研究開発の現状

日本原子力研究開発機構、ERLグループ、
羽島良一、永井良治、飯島北斗、西森信行

ERLの電子ビーム特性(エミッタンス、平均電流)は、電子銃の性能で制限されることから、電子銃はERLにおける最重要の開発要素の一つである。5 GeV級のERL放射光源で10 keVの硬X線を発生するとき、十分な空間コヒーレンスを得るのに必要な規格化エミッタンスは0.1 mm-mradである。これまでの設計研究から、500 kVのDC電子銃とNEA半導体光陰極を組み合わせることで、このような電子ビームの発生が可能であることが示されている[1]。しかしながら、500 kVの電圧で大電流電子ビームを発生する電子銃は、これまで存在しておらず、この実用化には解決すべき多くの課題がある。

われわれは、原子力機構FELで経験のある250 kVのDC電子銃をベースにして50 mAのビーム電流を発生できるERL用電子銃の研究開発を行い、光陰極の最適動作および大電流化に必要な知見を得た後に、500 kV電子銃の製作に入ることにした。これまでに、250 kV電子銃の設計製作をほぼ完了し、高電圧印加試験、真空試験、カソード調製・移送試験等を終えた。エミッタンス補償用のソレノイド磁石、光陰極駆動用のレーザ導入機構の製作も完了した[2]。2007年12月には、NEA-GaAsから光電子引き出しに成功した。今後、いくつかの改良を施した後、本格的なビーム試験に入る予定である。ビーム試験では、ダブルスリットによるエミッタンス測定、偏向空洞による時間波形測定などを準備している。実際の運転条件下における光陰極の量子効率、寿命の評価も重要な試験項目である。

500 kV電子銃に向けて解決すべき最大の課題は、500 kV-DC印加に耐えるセラミック管の開発である。ERL放射光源用の電子銃開発で先行するコーネル大学でも二種類のセラミック管を試作しているが仕様を完全に満たす結果は得られていない。われわれは、KEK、広島大学の協力を得て、500 kV用セラミックの試作を2008年度に実施する。コーネル大学とは異なるセラミック管を試作する予定である。



図：原子力機構で開発中の250 kV電子銃

[1] 羽島良一、中村典雄、坂中章悟、小林幸則(編) コンパクトERLの設計研究、KEK Report 2007-7/JAEA-Research 2008-032 (2008)

[2] N. Nishimori et al., "Development of an Electron Gun for the ERL Light Source in Japan", Proc. ERL-07.