

高輝度電子銃関係の進捗状況

Status of high-brightness electron gun development

本田洋介¹、松葉俊哉²、山本将博¹、宮島司¹、内山隆司¹、佐藤康太郎¹、金秀光³、桑原真人³

1 KEK、2 広島大学、3 名古屋大学

ERL 放射光源加速器では、光源としての性能は、究極的には電子源で決まる。半導体フォトカソードを用いた DC 電子銃を、高繰り返しパルスレーザーで励起し、電子ビームを生成するスキームで、低エミッタンス、高平均電流、短バンチ、を実現する電子銃、およびその周辺の入射部システムの開発を行っている。大電流モード、および低エミッタンスモード、の 2 つの運転モードが考えられている。大電流モードでは、強い空間電荷力のなかでエミッタンスの悪化をどこまで抑えてビーム輸送出来るかが鍵である。逆に低エミッタンスモードでは、バンチ電荷を抑えてカソード性能でできる初期エミッタンスのビームを使用する。

KEK では、2009 年より入射部システムの開発を進める為のテストベンチを立ち上げている。1.3GHz レーザー発振器から励起レーザー光を生成し、ERL 実機と同じ時間構造の電子ビームを生成できる。実機となる 500kV 電子銃の開発が並行して進められているが、現時点では、名古屋大学より移設された 200kV 電子銃を用いてビーム試験を行っている。生成されたビームの性能を評価するための診断ラインが接続され、エミッタンス、バンチ長などを測定できる。2010 年秋には、ビームラインのモニタ系や制御系が一通り整備され、ビーム調整の手順が確立された。

最初のテーマとして、低電流条件でのカソードの特性の評価を進めている。カソードの種類、量子効率、励起波長、を変えて測定を行った。得られた結果を基にカソードにおける電子生成のモデルを理解し、ERL 電子銃に適したカソードの開発を進めていく。次には、高バンチ電荷でのビーム輸送のテーマに取りかかる。電子銃から加速空洞までの低エネルギーの領域を、如何にエミッタンスおよびバンチ長の悪化を抑えてビーム輸送する技術を確立する必要がある。レーザー形状の最適化、ビームラインの誤差の低減、ビーム光学系の最適化、などが課題である。さらに、大電流化に向けては、ビームロスの低減、真空悪化とそれによるカソード寿命への対策、非破壊的なビーム診断系の確立、高出力の励起レーザー、など挑戦的な問題が控えている。開発の進捗状況について報告する。