

KEK 放射光計画 —蓄積リング—

原田健太郎
KEK 加速器

HBMA (Hybrid Multi Bend Achromat)型ラティスの登場により、2010年代に入って蓄積リング型光源の性能が大幅に向上した。現在、MAX IV、ESRF II、Sirius など、電子ビームのエミッタンスが 1nm-rad を切る蓄積リング型放射光源が世界各地に計画、建設され、すでに運転を開始した施設もある。ここでは、エネルギー3GeV、周長約 570m、自然エミッタンス 132.5pm-rad の蓄積リングの設計について発表を行う。リングには 5.6m 直線部が 20 本(うち 1 本は入射用に最適化)、1.2m 直線部が 20 本あり、40 台近い挿入光源が設置可能である。IBS (Intra Beam Scattering、バンチ内散乱)の効果を考慮すると、蓄積電流 500mA では水平エミッタンスは 314.7 pm-rad (垂直はカップリング 2.6%を仮定し、8.2pm-rad) まで増大する。IBS の影響は、高次高調波空洞でバンチ長を伸ばして抑制することを考えている。また、3GeV の ERL 計画と比較すると、高輝度・高光束の観点からは性能はほぼ同等となる。

ESRF を中心に開発された HBMA (Hybrid Multi Bend Achromat)型ラティスの特徴は、複数の機能結合型偏向電磁石と分散関数バンプの導入にある。低エミッタンス実現の為に複数の機能結合型偏向電磁石で絞ったオプティクスを作る一方、大きな色収差補正を効率的に行う為に、分散関数の大きな部分を作ってそこに 6 極電磁石を設置する。ESRF の場合、さらに 6 極同士をペアにして非線形力を打ち消すという、KEKB と同じ工夫が採用されており、今回のデザインでもそれを踏襲している。

入射やタウシェック寿命のために広いダイナミックアパーチャが必要であるが、現在の PF リングと同程度の電磁石の誤差 (据付 50mm、磁場強さ 0.05%、傾き 0.1mrad) を入れても、COD 補正によって入射蓄積に必要なダイナミックアパーチャを確保 (入射点で約 1cm、運動量 2.5%) することができている。ハードウェア的にも十分現実的であり、現在、詳細検討を進めている最中である。また、光源性能とダイナミックアパーチャのさらなる向上の為、オプティクスやラティスの最適化は引き続き行っていく予定である。

