

次世代高輝度放射光源の構想

本田 融
KEK 加速器研究施設

1990 年代に APS, Spring-8, ESRF に代表される大型で高エネルギーの第 3 世代放射光源が稼働し, その後 2000 年代には SLS, Soleil, Diamond, 上海放射光といった 3 GeV クラスの放射光源が各国に次々と建設されてきた. ここ 1, 2 年では台湾 TPS, 米国 NSLS-II の 3GeV で水平エミッタンスが約 1 nm rad の光源が完成している. 蓄積リングとは別に, 第 4 世代光源とも呼ぶべき X 線 FEL 光源が日本の SACLA, 米 SLAC の LCLS で実現され, またヨーロッパでは超伝導加速空洞を利用した European XFEL が建設中である. KEK では次世代放射光源として ERL (エネルギー回収型 LINAC) 光源を提案し, 専用の超伝導空洞と小型 ERL (cERL) を開発してきた. ERL 光源は, 3 GeV, 電流値 100 mA ではエミッタンス(水平, 垂直とも)0.2 nm rad, 低い電流値では 0.02 nm rad の達成が見込まれる.

ここ数年の間に Multi-Bend Achromat ラティスを用いた蓄積リング型光源の低エミッタンス化に大きな進展がみられた. ”Multi-Bend Achromat” は 1990 年代半ばに提案されていたが, ダイナミックアパーチャーが小さくビーム入射が困難とされ実用化までに工夫と時間を要した. 中でも進行方向に磁場強度が変化する偏向電磁石と四極電磁石と偏向電磁石の機能を併せ持つ機能結合型偏向電磁石を巧妙に組合せて配置することで, 低エミッタンスと入射が可能なダイナミックアパーチャーを両立できる Hybrid Multi-Bend Acromat(HMBA) 型のラティス (ESRF-II 計画で考案) が有望である. 現在 KEK では HMBA 型ラティスを応用した 3 GeV 高輝度光源を検討している. 比較的小型の周長 440 m とした場合でも世界最高レベルの水平エミッタンス 0.35 nm rad と 1 keV で約 10%のコヒーレント比を実現できる. 挿入するアンジュレータの仕様次第では最高輝度 10^{22} photons /s/mm²/mrad²/0.1%b.w. を達成することも可能である. 本日の講演では, 放射光源加速器の性能や仕様を表現する用語の解説も交えながら, 現在構想中の KEK 放射光計画を紹介したい.

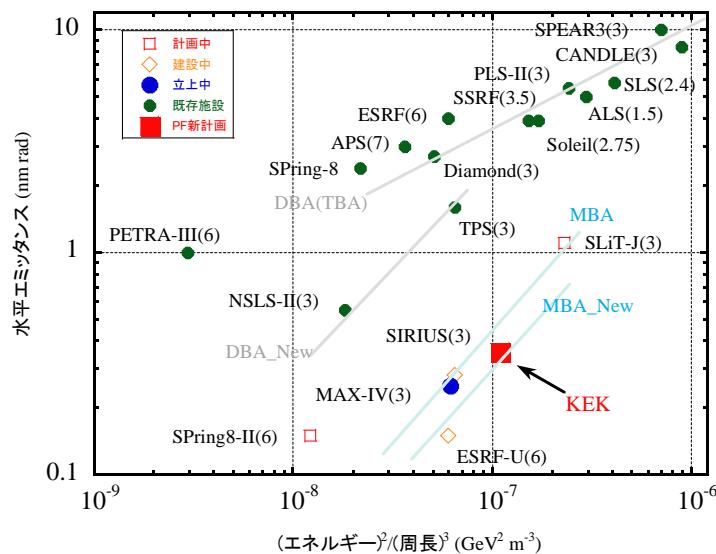


図 KEK 放射光の大きさと水平エミッタンスの世界の光源との比較