

KEK-X 計画光源検討状況

原田 健太郎 KEK-PF-Mag

KEK-X とは、Super KEKB リングの弧部にアンジュレータを設置し、実験ホールを新しく作った上で放射光実験を行う計画である。Super KEKB リングは現在の KEKB トンネルに作られる、既存の KEKB リングの後継となる加速器で、HER (High Energy Ring、電子 7GeV) と LER (Low Energy Ring、陽電子 4GeV) との 2 リングからなる。KEKB 及び Super KEKB の目的は、電子と陽電子を衝突させてできる 2 種類の B 粒子の生成数の非対称性を測定することである。現在の KEKB は、電子と陽電子の衝突頻度、すなわち目的とする B 粒子の生成量となるルミノシティが世界最高であり、2009 年にはこの実験結果によって証明された理論にノーベル賞が授与された。(もちろん、衝突実験中に蓄積されたデータを使い、B 粒子以外にも多種多様な素粒子物理学が展開されている。KEKB は高ルミノシティを目指す「ファクトリー」マシンなので、放射光とは分野は違えど、多種多様なサイエンスが展開されている点では似ているかも知れない。) Super KEKB ではルミノシティを 40 倍に上げることが目標である。リングは来年度後半からの改造開始を目指して設計、最適化中であり、パラメータはまだまだ暫定的なものである。Super HER はエミッタンス 2.4nmrad、電流 2.62A、Super LER はエミッタンス 3.2nmrad、電流 3.6A である(エミッタンスはバンチ内散乱効果ありでの値)。これらのリングに PF や AR と同様の 5m 級のアンジュレータを設置できれば、発生する光の平均光束や平均輝度は世界最高となる。

KEK-X 計画の最大の問題点は、衝突実験の性能を全く損ねることなく放射光実験が成立するかという点であり、衝突実験性能が損なわれるならば、この計画は成立しない。Super KEKB リングは衝突実験用に高度に最適化されたリングであり、ラティス及びオプティクスを放射光用に改造するとダイナミックアパーチャの減少が避けられない。そこで、まずは改造なしで 5m 級の挿入光源を設置可能な LER に絞って検討を進めることとした。ビームに対する挿入光源や真空改造の効果は未知数であり、衝突性能が損なわれない確証を得ることはなかなか難しい。また、既存の KEKB 同様、Super KEKB も調整を積み重ねて始めて設計通りの、またそれを超える性能が出るマシンであり、運転の安定性を確保することはなかなか難しい。そこで、当初は放射光実験のみを行う放射光モードと、衝突実験を含む運転調整モードとを時間的に分けるのがよいのではないかと提案し検討を始めようとしている。(もちろん、衝突実験性能が損なわれないことが実証でき、また、運転が十分に安定であれば、常に放射光利用が可能であろう。) 真空やチャンネル、挿入光源部分の設計を含め、ハードウェアの検討やビームへの影響についてはこれからの検討課題である。