

# 最先端 3 GeV リングの設計

原田健太郎  
KEK 加速器

現在、MAX IV、NSLS II、ESRF II など、電子ビームのエミッタンスが  $1\text{nm}\cdot\text{rad}$  を切る蓄積リング型放射光源が世界各地に建設、計画され、すでに運転を開始した施設もある。ここでは、それら最先端の光源の性能や設計の特徴、発生する光の性質について解説すると共に、具体的に周長約  $440\text{m}$ 、 $3\text{GeV}$ 、 $500\text{mA}$  での水平エミッタンス約  $440\text{pm}\cdot\text{rad}$ 、 $6\text{m}$  直線部 16 本、 $1\text{m}$  直線部 16 本のリングのデザインを紹介する。 $440\text{pm}\cdot\text{rad}$  は約  $230\text{eV}$  の光の固有エミッタンスに相当するが、一般的な  $5\text{m}$  クラスの挿入光源で、数  $\text{keV}$  の光の輝度が  $10^{21}$  ~  $10^{22}$  に到達し、既存の新第 3 世代光源の 1~2 桁上を狙うことができる。また、 $10\text{keV}$  のコヒーレントフラクション（全光束におけるコヒーレントな光束の割合）が約 1%あり、すなわち、ビームラインで光束を  $1/100$  まで絞って切り出せば（パワー的にはこれはほとんど一般的な値である）、光はコヒーレントになり、回折限界まで絞ることもできる。

ここで紹介するリングのラティスは、ESRF を中心に開発された、HMBA(Hybrid Multi Bend Achromat)というタイプで、そ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、こ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を入れても、COD 補正によって十分広いダイナミックアパーチャを確保（入射点で  $2\text{cm}$ 、運動量 3%）することができる。ハードウェア的にも十分現実的であり、現在、光源系で各ハードウェアの検討を含め、詳細検討を進めている最中である。

