

PF 将来計画 (I) : 光源計画

PF future plan (I) : Light Source

原田 健太郎, KEK 加速器第六研究系

PF の将来計画の、長期計画の光源案について発表を行う。PF では現在、長期計画、短期計画ともに PF ならではの、PF だけでしかできない、個性的な研究の継続や発展を目指している。第四世代の極低エミッタンス蓄積リングでは、設計や想定される運転が、高輝度、高コヒーレンス目的にほぼ絞られており、性能を維持した状態での孤立大電荷バンチや垂直ウィグラーの導入は簡単ではない。また、蓄積リング型である限り、バンチ長やパルス間隔など、様々なパラメータの可変性や柔軟性には大幅な制約がある。そこで、蓄積リングのよさを維持したまま、線形加速器からのビームを組み合わせることで、その拡張性と柔軟性、非平衡の超高品質性能を利用できるハイブリッド光源を長期の将来計画として提案する。

EuroXFEL の主加速器として使われている、ILC の技術開発をほぼそのまま応用した duty 1% (全体の 1% の時間だけ RF が ON) のパルス超伝導加速器は、加速勾配 23.6MV/m で、1nC x 2700 バンチ (56ns 間隔) x 10Hz で平均電流約 27 μ A で運転を行っている。RF パルス毎に 1 バンチしか加速しない常伝導加速器に比べて数千~数万倍のバンチ数、平均電流が可能になる一方、冷凍機まで含めた建設費や運転経費は数割増しになるだけと見積もられている。(非常に粗く言うと、duty をあげると、可能な平均電流、建設経費、運転経費ともに duty 倍となる。) EuroXFEL に加え、KEK の cERL、STF、コーネル大学などの既存の技術の組み合わせで、加速勾配 30MV/m、1nC x 10000 バンチ x 10Hz ~ 平均 100 μ A が恐らく現状で可能であり、そこまでくると、FEL 増幅しなくても通常のリングの挿入光源からの自発光の利用可能性が検討できる。バンチのパラメータは電子銃と主 LINAC で決まり、パルス長 50fs、エミッタンス 30pmrad までの高性能化は現状でほぼ可能であり、そこを初期目標としてさらなる高度化を目指したい。全体の光源としては、従来通りの蓄積ビームだけのモード、LINAC からのビームだけをリングを輸送路的に使って通す単パスビームモード、蓄積ビームの存在下で、LINAC からのビームを数 mm ずらした軌道に同時に通すハイブリッドモードの 3通りを考えている。今でもトップアップ入射時には入射ビームが蓄積ビーム存在下で、振幅数ミリの軌道でリングの中を共存して回っているが、それと同じイメージになる。バンプを作ってどちらのビームを使うか選択可能であるし、異なる光軸になるが、同時利用も可能である。FEL 用の挿入光源を別に設置すれば、SX-FEL の利用も可能となる。現実には放射線防護や高圧ガス保安法対策、周回中のビーム品質変化などが課題となるが、超汎用的かつ個性的な光源となるであろう。