

ERLにおける短バンチ運転とCSRを用いたバンチ長測定

島田美帆、小林幸則、三橋利行、坂中章悟、宮島司、原田健太郎、上田明、長橋進也、内山隆司
(KEK-PF)

数 100 フェムト秒の強い X 線源は多くの分野で新しい局面を映し出すとして期待されており、次世代放射光源として計画が進められているエネルギー回収型線形加速器(Energy Recovery Linac, ERL)で短バンチの実現を目指している。短バンチ運転で一番問題とされているのがバンチ長より短い波長のコヒーレントシンクロトロン放射光(Coherent Synchrotron Radiation, CSR)である。CSR は軌道の変えるときに放射し、曲線を描く電子バンチに追いつき、エネルギー分布を歪ませる。この電子に及ぼす影響を CSR wake と呼び、エミッタンスが増加したり、時にはバンチ長が伸びる原因となるため、ラティス設計などの工夫が必要とされている。

CSR wake はバンチ長に依存するが、電子のエネルギーには依らないため、エネルギーの低い入射器直後では数ピコ秒の長さでバンチを輸送し、最大エネルギーまで加速した後にバンチ長を短く“圧縮”する。これは、位相をずらした正弦波の加速でバンチにエネルギー勾配を与え、エネルギーによって飛行距離が異なる周回部を通すことによって実現できる。ラティス設計ではこの周回部のフレキシビリティも重要である。

このように実現された短バンチを非侵襲で測定する手段としても CSR は注目されている。これは CSR のスペクトルがバンチの進行方向の密度分布のフーリエ変換で決まるためである。そこで我々は CSR を用いたバンチ長測定の計画を立てている。KEK の線形加速器と PF リングを結ぶビームトランスポートの偏向電磁石に取り付けているビーム診断用ポートを利用して、テラヘルツ領域の CSR を測定する。テラヘルツ光の検出器としては従来ポロメーターが使われることが多いが、信号の立ち上がりが 1 マイクロ秒以上と遅いため、将来 1.3GHz で運転する ERL を視野に入れて、応答時間が数 100 ピコ秒のショットキー・ダイオード型検出器を用いる。回折格子を導入し、スペクトル情報を時間軸上に変換して、バンチの縦方向の密度分布を測定する予定である。

将来計画の 5GeV-ERL の実証機として、コンパクト ERL の建設および開発が進められている。バンチ圧縮を視野に入れた周回部のラティス設計や、CSR を用いたバンチ長計測の計画についての現状を報告する。

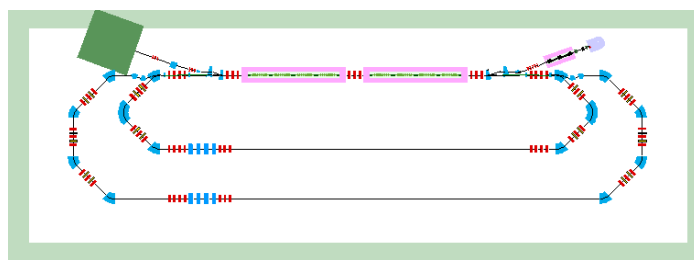


図 1. コンパクト ERL のマグネット配置案

CSR測定予定箇所

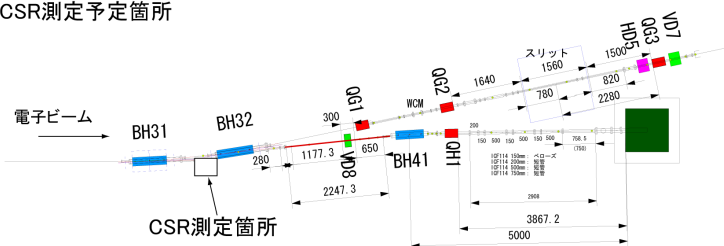


図 2. ビームトランスポートにおける CSR の測定箇所



図 3. ビーム診断用の取り出し口