

ERL のビーム力学の検討状況

坂中章悟

高エネルギー加速器研究機構

エネルギー回収リニアック (ERL) に基づく放射光源では、電子銃で発生する電子ビームの超低エミッタンス (規格化エミッタンス: $0.1 \sim 1 \text{ mm}\cdot\text{mrad}$) を損なうことなくエネルギー 5 GeV まで加速し、放射光利用に供する必要がある。このために、ビーム力学上の次のような諸問題について十分に検討がなされる必要がある。

- 低エネルギー部 (電子エネルギー: 500 keV ~ 10 MeV 程度) での横方向空間電荷効果を補償し、投影エミッタンスの増大を避けること
- 入射器用空洞内での RF キックによるエミッタンス増大を防ぐこと
- 電子銃から出たビームのバンチ長 (20 ps 程度) を入射部において約 2 ps まで圧縮すること
- 合流部でのコヒーレント放射光および縦方向空間電荷効果による投影エミッタンスの増大を最小にすること
- 主リニアック超伝導空洞の高次モードによるビーム不安定性 (BBU) を防ぐこと
- 放射光利用に適し、かつコヒーレント放射光によるエミッタンス増大を最小にできる周回部ラティスの設計
- 必要に応じてバンチ長を 100 フェムト秒程度まで圧縮すること。その過程でコヒーレント放射に伴うエミッタンス増大を最小にすること。
- 真空チャンバーの抵抗壁インピーダンスによるビーム不安定性を避けること
- イオン捕獲によるビーム不安定性を避けること
- 様々な原因で生ずるビーム損失をできるだけ小さくすること

ERL ビームダイナミクス・ワーキンググループでは、上記の課題について理論的およびシミュレーションによる研究を行っている。現在までに得られている結果を簡単に報告する。

また、ERL 光源のための実証用加速器であるコンパクト ERL を建設する計画を立案し [1]、これをユニークな光源として利用する案も検討されている。コンパクト ERL では、フェムト秒レーザーとビームとのコンプトン散乱によりサブピコ秒 X 線パルスを発生したり、超短バンチからの大強度テラヘルツ光を発生することが可能である。低エミッタンス、高繰り返し周波数が可能であるという ERL の特長を生かせば、従来のリニアックベースの光源に比べて格段に強度の高い光が利用できると期待される。コンパクト ERL の光源としての可能性についても触れる予定である。

[1] 羽島良一、中村典雄、坂中章悟、小林幸則 (編)、「コンパクト ERL の設計研究」
KEK Report 2007-7/JAEA-Research 2008-032 (2008).