

コンパクト ERL の運転状況

Operational Status of the Compact ERL

坂中章悟・高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設

2005 年度に PF 将来計画の方針に関する集中的な議論が行われた結果、エネルギー回収リニアック(ERL)を用いる放射光源の開発を行うという方針が決定され、2006 年度から ERL の R&D が開始された。この R&D プログラムは、重要な開発要素である光陰極 DC 電子銃、超伝導空洞を開発すると共に、それらの要素を全て組み合わせた試験加速器「コンパクト ERL」を建設し、低エミッタンス(規格化エミッタンス 1 mm·mrad 以下)かつ大電流(10-100 mA)のビームを実際に生成・加速・周回させ、大規模(GeV クラス)な ERL を建設する技術を有することをデモするものであった。コンパクト ERL を建設するため、2008-2009 年度に既存建物の大規模改修と整備が行われ、2012 年度前半に加速器を収容する放射線シールドが建設された。2012 年度後半から 2013 年度前半にかけて、入射部と周回部が順次建設され、重要機器の試験にも成功し、2013 年 12 月から周回部を含めたコンパクト ERL の運転が開始された。2013 年 12 月から 2015 年 2 月現在までの運転で、いくつかの重要なマイルストーンを達成している。ビーム電流については、2015 年 1 月から最大 100 μ A までの運転が(変更申請の結果)可能になり、2015 年 2 月 17 日現在までで最大 30 μ A の連続(CW)ビームの周回に成功した。2 月 13 日付けで原子力安全技術センターによる施設検査にも合格した。ビームエネルギーは、周回部で 20MeV(設計値 35 MeV)である。ビームエミッタンスについては、平均電流 10mA に対応するバンチ当たりの電荷 7.7pC において、入射部で約 0.8 mm·mrad, 5.6 MeV の低エミッタンスビームを生成した(マクロパルス幅 1 μ s のバーストビームで測定)。周回部においては、まだ調整不足のため規格化エミッタンスは約 6 mm·mrad と大きい。今後調整を進め、目標である 1 mm·mrad 以下を目指す。2013 年 4 月から 2014 年 6 月までの運転では、合計 606 時間にわたりビームを出力したが、光陰極 DC 電子銃は極めて安定に動作した。超伝導加速空洞については、振動に比較的敏感なこともあり、多い時で一日数回の運転中断が発生することもあるが、ビーム調整を行うには十分な安定性が得られている。今後、主加速空洞に関して、組み立て技術の向上(現在実用 8.5 MV/m に留まっている加速勾配を 15 MV/m まで向上させるための清浄組み立て技術)および量産化技術の開発という課題が残されているが、ERL 放射光源のための技術全般は大幅な進歩を遂げており、ERL 放射光源のみならず連続出力(CW)FEL などへの応用も期待されている。