

PF-ARにおけるビーム寿命急落現象の特徴と対策

谷本 育律、本田 融、内山 隆司、野上 隆史

高エネルギー加速器研究機構 放射光源研究系

PF-ARでは1980年代の運転初期段階よりビーム寿命急落現象に悩まされ続けてきた[1]。この運転中にビーム寿命が突然急落する現象は、短時間の内に蓄積電流が減少してしまう場合もあり、安定な放射光実験の妨げる最大の要因となっている。他の多くの加速器でも問題となっている現象であるが、未だ根本的な解決には至っていない。

寿命急落が発生したときにガンマ線がビーム進行方向前方で観測される[1,2]、また、陽電子ビームを蓄積する加速器では発生しない[2-4]、などの事実から、この現象はビームダクト内において正に帯電した微少ダストが電子ビームに捕獲される「ダストトラッピング」によって引き起こされると考えられている。

有力なダスト発生源としては、偏向電磁石内ビーム路に沿って配置されている分布型イオンポンプ (DIP) がある[3,5]。PF-ARでは、2006年から2008年の間に61台のスパッタイオンポンプ (SIP) を増強することで、ユーザー運転中でも全56台のDIPをOFFした運転を試験することが可能となった。しかしながら、このDIP-OFF運転でも、急落発生頻度が減少する傾向は見られたものの、完全に解消されることはなかった。

他のダスト発生源としては、ビームからの電場による真空ダクト内の放電現象も考えられる。あるいは、そもそもビームダクト内に落ちているダストが光や電子衝撃によってチャージアップし、ビーム電場によって引き寄せられるという可能性もある。どちらの場合もビーム強度が影響すると考えられるため、PF-ARでは2008年よりマシンの立上げ期間中などに、通常よりも高いビーム電流を蓄積して、ダスト源のコンディショニングを試みている。

最近のPF-ARの運転では、これらの対策を施すことによって、寿命急落現象が大幅に改善する傾向が見られている。

References:

- [1] H. Saeki, T. Momose, H. Ishimaru: Rev. Sci. Instrum., 62 (1991) 874.
- [2] P. Marin: LURE RT/91-03.
- [3] D. R. C. Kelly: Proc. 1995 Particle Accelerator Conference, Dallas, Texas (1996) 2017.
- [4] K. Huke: Photon Factory Activity Report 6 (1988) R-3.
- [5] K. Balewski, H. Ehrlichmann, J. Kouptsidis, K. Wittenburg: Proc. 1996 European Particle Accelerator Conference, Sitges, Spain.