

### Ⅲ 加速器／ビームライン等の現状

#### 1 加速器

##### 1. 運転状況

光源加速器の一週間の運転は、月曜マシンスタディ、火～金ユーザー運転の定常的サイクルで行われている。ユーザー運転では、本年度6月より、これまでの1日1回入射に加え、1日2回入射の運転モードが加わった。週初め（通常火曜）のユーザー運転は2回入射、その他ユーザー運転日は1回入射としている。これに伴い、一日のユーザー運転時間は1回入射日は11時間（10:00～21:00）、2回入射日は9.5時間（10:00～15:00、16:30～21:00）に変更された。

入射蓄積は、1回入射日の場合、次の手順で行われる。リニアックから蓄積リングへビームエネルギー255MeVで毎秒数 mA程度で入射を行い、1.4 GeVに加速、その後超伝導ウィグラーを4 Tに励磁した後、バートロンチューン、ビーム軌道、カップリング等補正し、ユーザー運転を開始する [1]。2回入射日では、朝の入射は1回入射日同様で、15:00にビームダン

プを行い、ウィグラーの消磁をスタートする。ウィグラー冷却、加速器入射条件設定が完了した後、1回入射日と同様の手順で再度、入射が行われる。ユーザー運転開始時の蓄積電流は約300 mAで、蓄積電流×ビーム寿命 ( $i\tau$ 積) は1500 mAh程度である。

2014年度の主な光源加速器停止期間は、年末年始2週、夏期休暇2週、定期シャットダウン4、5月3週及び10～11月5週に加え、BL16、17建設とこれに伴う蓄積リング改造のためのシャットダウン2015年2～3月8週であった。2014年度の光源加速器のユーザー運転時間は1341.5時間であった。

##### 2. 本年度の加速器トラブル

2014年度、ユーザー運転における光源要因のビームアボートは22件、総計18.4時間で、実施ユーザー運転時間に対するアボート率は約1.4%であった（ここでいうアボート率は光源要因のビームアボート時間を

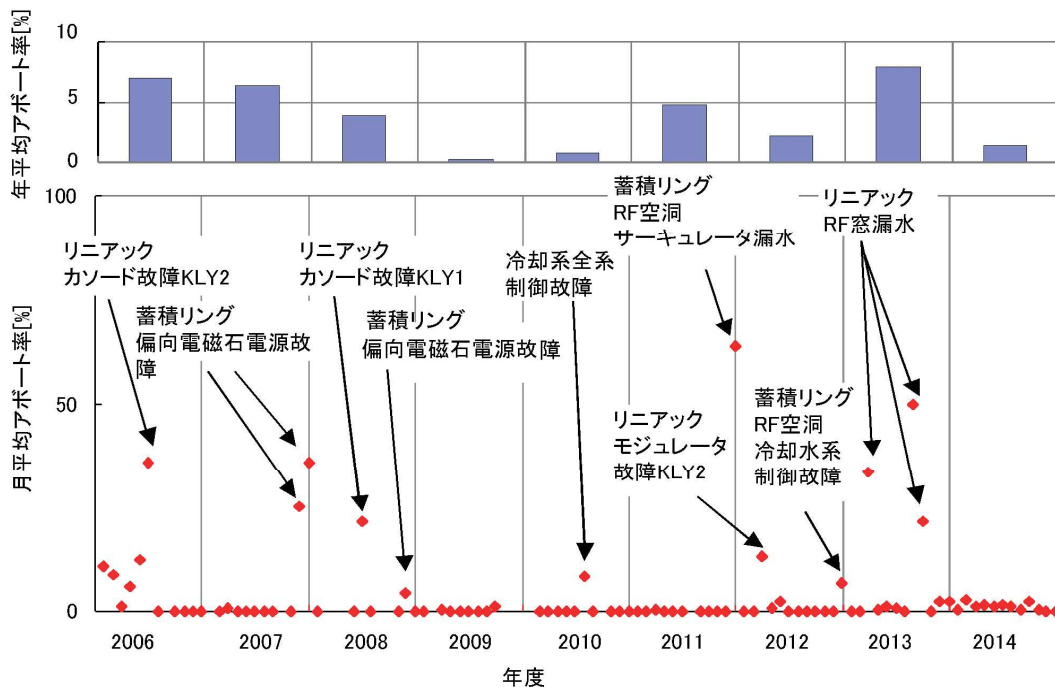


図1 開所以来の光源要因ビームアボート率の推移。

ユーザー運転実施時間で除したもの)。アポート率の推移を図1に示す。この3年では最も低い水準であった。アポートが抑えられたのはリニアックRF窓漏水[2]のような復旧に時間のかかる重故障が発生しなかったことが大きい。一方で、蓄積リング高周波空洞のRF反射によるビームロスが頻発した。RF反射は昨年度末より顕著になっており[2]、短時間で復旧するものの、年間で14件(12.9時間)発生し、これが本年度のアポートの大半を占めた。現象としてはビーム蓄積中に前触れなくRF反射インターロックが発生し、蓄積リングRF系の高周波出力が停止する。現象の時定数、インターロック系の動作が高速( $\sim 1 \mu\text{s}$ )であるため、広帯域サンプリングオシロによる観測系を整備し調査した。空洞反射に関わる可能性のあるクライストロン出力、空洞電圧、周回ビーム等のモニター信号を空洞反射発生前後 $\pm 10 \mu\text{s}$ の間、時間分解能200 psで観測し、その結果、空洞・導波管結合部前後の領域での放電が疑われた。放電を抑制する対策として2014年12月末に空洞電圧を約2%下げ、RF反射はほぼ無くなった。

### 3. 加速器の改造

住友電工によるBL16、17の建設が決定し、BL16用光源として、直線部LS5に、既存のハイブリッド型超伝導ウィグラーLS2W[1、3]と同仕様のウィグラー(以下LS5W)を住友電工の予算で整備することとなった。これに対応するため蓄積リングの改造を行った。改造は大きく4極電磁石電源と真空ダクトに分けられる。4極電磁石電源関係作業は2014年10～11月のシャットダウン期間に、真空ダクト関係は、2015年2月から次年度2015年4月にかけてBL16、17建設と並行して行った。

4極電磁石電源は、LS5W励磁による蓄積リングのビーム収束力を補償するためにLS5上流下流の4極ダブレット(QFW2、QDW2)を独立に制御するため新規に設置した。またこれに伴い4極電磁石の配線変更を行った。シャットダウン期間後半に電磁石制御系の運転試験を行い、以降の加速器運転では、改造後の電磁石制御系が運用された。

真空ダクト関係では、LS5Wからの放射光(総パワー約1.3kW[1])の除熱対策が新規に必要であり、LS5直

線部からBL16、17取り出しポートのある偏向電磁石BM11までのダクトを交換した。交換の際にLS5Wの6極成分を補償するため、LS5既設のマルチポール磁石をLS5W本体設置予定位置の上流下流に再配置を行った。真空ダクトの除熱のためのアブソーバー等構成及び配置はLS2Wに準じているが、LS5W前後に設置するマルチポール磁石を考慮して若干変更した。ダクト交換後真空立ち上げ、光焼き出し運転を行った。i $\tau$ 積の増大で見た光焼き出しの進捗は概ねLS2Wと同様であった[4]。

### 参考文献

- [1] 江田茂, 岩崎能尊, 高林雄一, 金安達夫, 仙波智行, 山本勉, 村田幸弘, 阿部充志, "SAGA-LSにおける超伝導及び常伝導マグネットから成るハイブリッド型3極ウィグラーの開発と運用状況", 放射光, **24**, 141 (2011).
- [2] 九州シンクロトロン光研究センター年報2013, 27 (2015)
- [3] S. Koda, Y. Iwasaki, Y. Takabayashi, T. Kaneyasu, T. Semba, T. Yamamoto, Y. Murata, M. Abe "Design of a Superconducting Wiggler for the Saga Light Source Storage Ring", IEEE Transactions on Applied Superconductivity, **21**, 32 (2011).
- [4] 金安達夫, 高林雄一, 岩崎能尊, 江田茂, "超伝導ウィグラー二号機設置へ向けたSAGA-LS蓄積リング真空ダクトの更新", 第29回日本放射光学会年会予稿集, 68 (2016).

加速器グループ

江田 茂