

## 光源加速器の 2014 年度の状況

江田茂、岩崎能尊、高林雄一、金安達夫  
SAGA-LS 加速器グループ

光源加速器は、電子エネルギー1.4GeVの電子蓄積リングと入射器の255MeVリニアックから構成されている。放射光光源として、偏向電磁石光源として6ポート、挿入光源としアンジュレータ2台（佐賀県APPLEⅡ、佐賀大プラナー）及びハイブリッド型4T超伝導ウィグラー（以下ウィグラー）1台が運用中である。蓄積リングは蓄積開始電流300mAでビーム寿命×電流値は $i\tau \sim 1500\text{mAh}$ である。週の基本運転パターンは、月曜がマシンスタディ日で火～金がユーザー運転である。ウィグラー運用開始以降、火～金を通して入射は1日1回行ってきたが、2014年度6月からは火曜についてはウィグラーの再励磁を伴う1日2回入射を開始した。

2014年度の加速器のユーザー運転時間は1341.5時間でユーザー運転時間中に発生した光源要因のビームアボートの発生率は1.3%であった。2013年度はリニアックRF窓の漏水トラブルが大きなたアボートとなったが、2014年度までに水冷の廃止等対策を行い、また他の重故障がなかったことから本年度のビームアボートは前年度に比べ大きく減少した。本年度のアボート率は主に1～2週に1回程度発生する蓄積リング高周波空洞のRF反射によるビームロスで決まった。RF反射時の導波管内電場、高周波空洞電圧及び蓄積ビームの変動を調査した結果、空洞に近い導波管セクションでの放電が疑われた。2014年12月末に空洞電圧を僅かに下げた運転を開始以降空洞反射の発生は抑えられた。

---

# 光源加速器の2014年度の状況

江田茂、岩崎能尊、高林雄一、金安達夫・SAGA-LS加速器グループ



## 加速器の概況

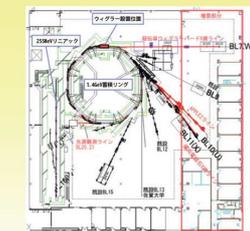
光源加速器は、電子エネルギー1.4GeVの電子蓄積リングと入射器の255MeVリニアックから構成されている。放射光源として、偏向電磁石光源として6ポート、挿入光源としてアンジュレタ2台(佐賀県APPLE II、佐賀大プラナー)及びハイブリッド型4T超伝導ウィグラー(以下ウィグラー)1台が運用中である。蓄積リングは蓄積開始電流300mAでビーム寿命×電流値は $i\tau \sim 1500\text{Ah}$ である。週の基本運転パターンは、月曜がマシンスタディ日で火～金がユーザー運転である。ウィグラー運用開始以降、火～金を通して入射は1日1回行ってきたが、2014年度6月からは火曜についてはウィグラーの再励磁を伴う1日2回入射を開始した。

2014年度の加速器のユーザー運転時間は1341.5時間でユーザー運転時間中に発生した光源要因のビームアポートの発生率は1.4%であった。2013年度はリニアックRF窓の漏水トラブルが大きなアポートとなったが、2014年度までに水冷の廃止等対策を行い、また他の重故障がなかったことから本年度のビームアポートは前年度に比べ大きく減少した。本年度のアポート率は主に1～2週に1回程度発生する蓄積リング高周波空洞のRF反射によるビームロスで決まった。RF反射時の導波管内電場、高周波空洞電圧及び蓄積ビームの変動を調査した結果、空洞に近い導波管セクションでの放電が疑われた。2014年12月末に空洞電圧を僅かに下げた運転を開始以降空洞反射の発生は抑えられた。

2015年度に3極ハイブリッド超伝導ウィグラーLS2Wと同仕様の超伝導ウィグラーLS5W(発注住友電工)を直線部LS5に設置予定である。2014年度末にこのウィグラーLS5Wの熱負荷に対応するため、LS5から下流偏向磁石BM11までの真空ダクトの交換工事を行った。

## 蓄積リングパラメータ

蓄積リング	
周長	75.6 m
電子エネルギー	1.4 GeV
偏向電磁石磁場	1.46 T
放射機夫	106 keV
臨界エネルギー	1.9 keV
RF周波数	499.8688 MHz
セル数	8
ハモニクス	16
ベータートロンチューン	( $\nu_x, \nu_y$ )=(5.796, 1.825)
エミッタンス	25 nm
蓄積ビーム電流	300 mA
ビーム寿命	$i\tau \sim 1500\text{ Ah}$
長直線部長さ	2.5 m
(ゲートバルブ間)	



## リニアック室内状況



## 蓄積リング内状況



## LS1旧ビームダクト撤去後の状況

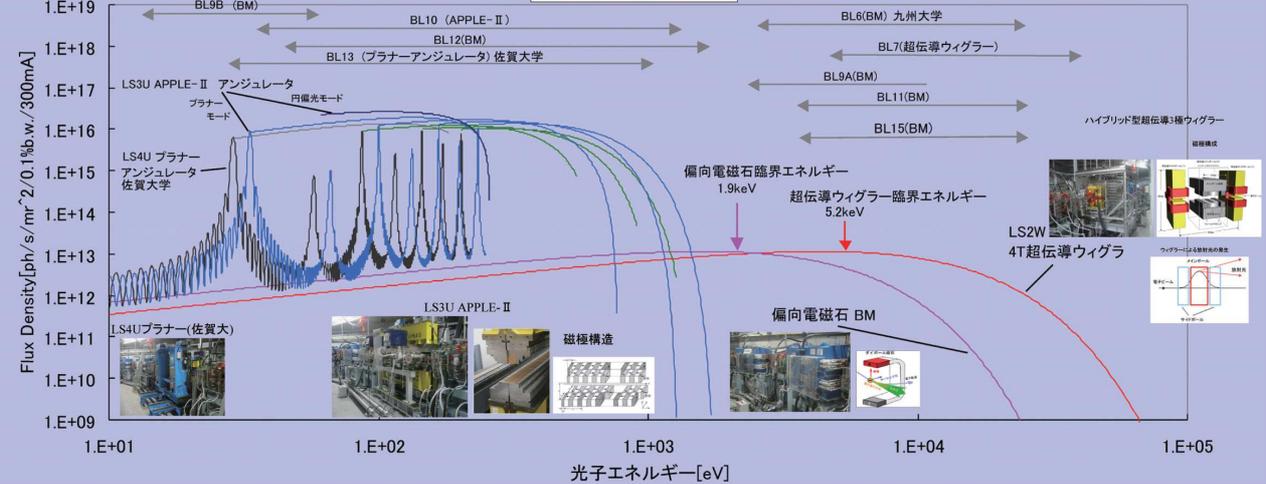


## LS5新ビームダクト、マルチポール磁石設置後の状況



LS5-BM11ビームダクト交換  
2015年度設置予定の3極ウィグラーLS5Wによる熱負荷増大に対応するため、LS5-BM11間のビームダクトを交換した。  
最も熱負荷の大きいBM11真空チャンバーではウィグラー動磁場にはさらに3倍程度に増大する。またウィグラー磁場による軌道偏角によってこれまで放射光の位置が不安定なセクションにウィグラー光が照射される。これらの熱負荷に対して、アプナーバー、冷却配管の増設、配置変更した真空ダクトを製作、設置した。  
近々今年度、強磁場の超伝導ウィグラーが合致するため、ウィグラー磁場のビームへの影響を抑制するために、LS5前後の位置にマルチポールマグネットを設置した。

## SAGA-LS 全光源スペクトル



## 加速器オペレーション

### 1週間の運転サイクル

### 1日の運転パターン(1日1回の場合)

### 入射蓄積手順

- ビーム入射  
リニアック  
255MeV電子ビーム  
蓄積リングへ入射
- 軌道補正
- 蓄積リング加速  
255MeV→1.4GeV
- 超伝導ウィグラー励磁  
0→4T
- ウィグラー励磁後補正  
軌道補正  
チューン補正  
色収差補正  
軌道補正  
ビームサイズ補正
- ユーザー運転

## 運転統計

### 2006～2014年度の運転状況

年間運転時間

年平均アポート率

### 2014年度運転状況

ユーザー運転実施時間 1341.5時間  
光源要因の総アポート時間 18.4時間  
光源要因ビームアポート率 1.4%

要因	回数	時間 [分]
蓄積リングRF反射	1	18.4
リニアックRF窓漏水	0	0
真空チャンバー放電	0	0
真空ダクト放電	0	0
その他	0	0
<b>合計</b>	<b>1</b>	<b>18.4</b>

2014年度は前年度に比べ光源要因のビームアポートが大きく減少した。これは前年度複数発生したリニアック導波管漏水トラブルに対し水冷の廃止等対策が完了し、リニアックの長期停止を伴う重故障がなくなったことが大きい。  
一方でアポート時間は強い蓄積リング高周波束のRF反射の頻度が増大している。これについては空洞電圧を下げることで抑制された。  
また超伝導ウィグラーについては一日2回入射の際に再励磁可能なまでの待機時間が増大しており、待機能力の低下が推定され、調査、対策を進めている。

## 蓄積リングRF反射トラブル

### 2014年のRF反射発生状況

2014年1月以降、突然蓄積リングRF空洞のRF反射インターロックが発生し、ビームを全てロスするトラブルの頻度が増大した。原因はほぼ1～2週間の頻度で、インポートのリセットにより復旧した。高速のサンプリングオシロスコープによる測定では、空洞内で先行して異常が発生しておらず、またRF反射インターロックの動作は正常であるように推定された。このことから空室本体と空室進行後両方向性結合器の間の放電等によるRF反射が場裏に発生している可能性を検討し、空室進行後ユーザー運転に影響しない範囲で僅かに(-2%)低下させたところ、空室反射は即座に抑えられた。

### 典型的なRF反射発生時の状況

空室本体に設置された空室反射計測用方向性結合器(CAV BEV)です。RF反射が検出されると直ちにRFがオフされ、これにより、空室反射インターロックが作動し、クライストロンの出力が停止し、空室進行後両方向性結合器(CAV FW)に設置された空室のRF出力が急減し、これを受けてCAV BEVではさらに空室反射の増大が観測される。この後、空室本体のヒューズコイルによって計測されている空室電圧(V CAV)は計測数値10 psec程度でぐぐりと減少する。