

## 光源加速器の 2020 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

SAGA-LS の加速器は、シンクロトロン光光源となる周長 75.6m の電子蓄積リングとこれにビームを入射するリニアックから構成されている。低エネルギー入射方式を採用しており、リニアックで電子を 0.257GeV に加速後蓄積リングに入射し、蓄積リング内で軌道を保ったまま 1.4GeV に加速する。光源としては偏向磁石と挿入光源が運用されている。挿入光源の内訳は、APPLE-II 型アンジュレータ LS3U (佐賀県)、プレーナ型アンジュレータ LS4U (佐賀大)、ハイブリッド型 3 極超伝導ウィグラー LS2W (佐賀県)、LS5W (住友電工) である。ユーザー運転における蓄積開始電流は 300mA でビーム寿命×電流値 ( $i\tau$  積) は 1500mAh 程度である。1 週間の基本運転パターンは、月曜マシンスタディ、火曜～金曜ユーザー運転 (火 2 回入射、水～金 1 回入射) である。土日祝日は原則運転休止日である。1 日の運転時間は、2 回入射日 9.5 時間、1 回入射日 11 時間である。本年度のユーザー運転実施時間は 1704 時間であった。

本年度、加速器が要因となったユーザー運転アボートは総計 86.7 時間で、年間アボート率 (アボート時間/ユーザー運転実施時間) は 5.1% であった。前年度 (4.3%) に比べ増加した。アボート率は 2009 年度に極小値 (0.2%) となって以降、年度ごとに変動しつつ平均的には増大傾向にある。本年度の加速器が要因となったアボート時間の内わけは、蓄積リング RF 系故障 68.7 時間、加速器冷却系故障 11 時間、計画外停電 5.7 時間、超伝導ウィグラー制御故障 1.3 時間であった。特に大きなアボートとなったのが蓄積リング RF 系の高圧電源故障で、高圧電源の保護連動動作が突然発生し高圧電源が停止するトラブルであった。開所から 15 年が経過し加速器の重要設備の経年劣化が様々な形で進行していると考えている。重要設備の老朽化対策、更新がますます重要な課題となっている。

# 光源加速器の2020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

## 加速器の概要と現状

SAGA-LSの加速器は、シンクロトロン光源となる周長75.6mの電子蓄積リングとこれにビームを注入するリニアックから構成されている。低エネルギー入射方式を採用しており、リニアックで電子を0.257GeVに加速後蓄積リングに入射し、蓄積リング内で軌道を保ったまま1.4GeVに加速する。光源としては偏向磁石と挿入光源が運用されている。挿入光源の内訳は、APPLE-IIアンジュレータLS3U(佐賀県)、プラナーアンジュレータLS4U(佐賀大)、ハイブリッド型3極超伝導ウイグラーLS2W(佐賀県)、LS5W(住友電工)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( $i\tau$ 積)は1500mAh程度である。週の基本運転パターンは、月曜マシンステディ、火～金ユーザー運転(火2回入射、水～金1回入射)。原則土日祝日は運転休止日である。1日の運転時間は、2回入射日9.5時間、1回入射日11時間である。本年度のユーザー運転時間は1704時間であった。

本年度、加速器が要因となったユーザー運転アポルトは総計86.7時間で、年間アポルト率(アポルト時間/ユーザー運転実施時間)は5.1%であった。前年度(4.3%)に比べ増加した。アポルト率は2009年度に極小値(0.2%)となっており、年度ごとに変動しつつ平均的には増大傾向にある。本年度のアポルトの内わけは蓄積リングRF系68.7時間、加速器冷却系故障11時間、受電系統停電5.7時間、超伝導ウイグラー故障1.3時間であった。特に大きなアポルトとなったのが蓄積リングRF系の高圧電源故障で、その主な故障内容は高圧電源の保護連動動作が突然発生し高圧電源が停止するトラブルであった。開所から15年が経過し加速器の重要設備の経年劣化が様々な形で進行していると考えている。重要設備の老朽化対策、更新がますます重要な課題となっている。

## 光源加速器

加速器はシンクロトロン光源となる蓄積リングとこれに電子ビームを注入するためのリニアックからなる。電子ビームはリニアックで目標エネルギーの約1/5(0.257GeV)まで加速され、蓄積リングに入射され、蓄積リングでさらに目標エネルギー(1.4GeV)まで加速される。



蓄積リング	
周長	75.6 m
電子エネルギー	1.4 GeV
電子電流(平均)	1.45 mA
磁場(平均)	1.05 T
周波数	1.32 MHz
RF電圧	430 kV
RF電流	0.8 A
電子寿命	2.78 ns
ベータ関数(中心)	( $\beta_x, \beta_y, \beta_z$ ) (0.8, 0.8, 0.8) m
電子寿命	2.78 ns
蓄積電流	300 mA
電子寿命	1.1 × 10 <sup>-6</sup> s
電子寿命	2.78 ns



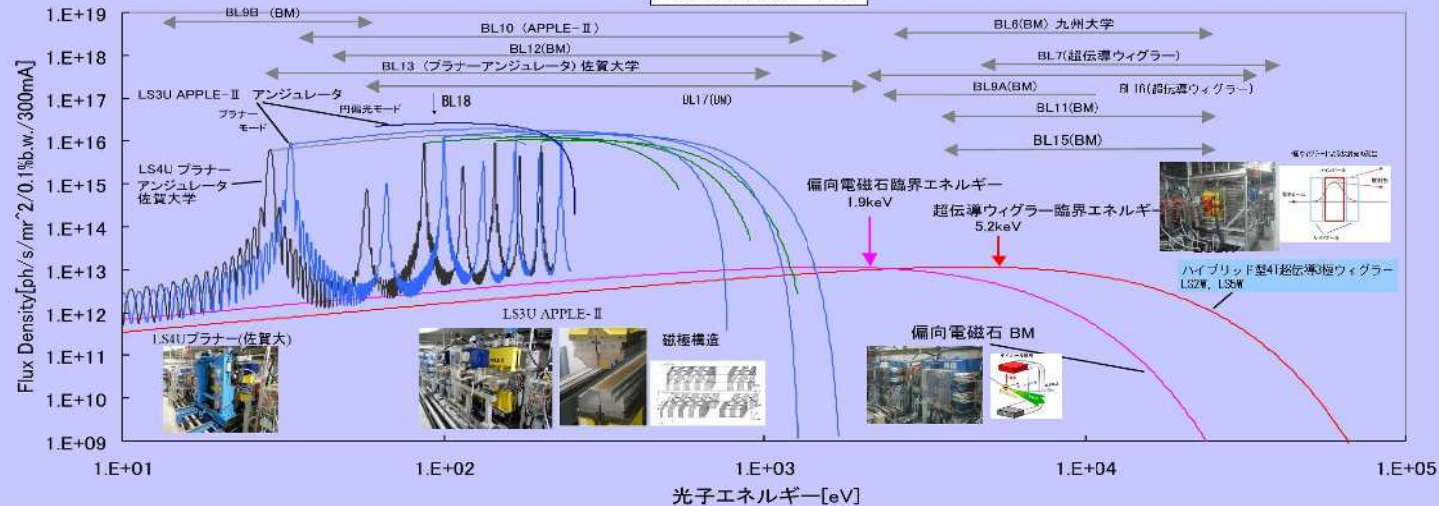
**ハイブリッド型3極超伝導ウイグラー**

ハイブリッド型3極超伝導ウイグラーは、サイクロトロン加速器の偏向磁石のハイブリッド型超伝導ウイグラーを採用している。従来の超伝導ウイグラーと比較して、小型化・高効率化のメリットを最大限に活かしている。

**ウイグラー運用体制**

超伝導ウイグラーは、2012年(2013年度)から運用を開始している。2012年度は、LS2W(佐賀県)とLS5W(住友電工)の2台を運用していた。2013年度は、LS2W(佐賀県)とLS5W(住友電工)の2台を運用していた。2014年度は、LS2W(佐賀県)とLS5W(住友電工)の2台を運用していた。2015年度は、LS2W(佐賀県)とLS5W(住友電工)の2台を運用していた。2016年度は、LS2W(佐賀県)とLS5W(住友電工)の2台を運用していた。2017年度は、LS2W(佐賀県)とLS5W(住友電工)の2台を運用していた。2018年度は、LS2W(佐賀県)とLS5W(住友電工)の2台を運用していた。2019年度は、LS2W(佐賀県)とLS5W(住友電工)の2台を運用していた。2020年度は、LS2W(佐賀県)とLS5W(住友電工)の2台を運用していた。

## SAGA-LS 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**

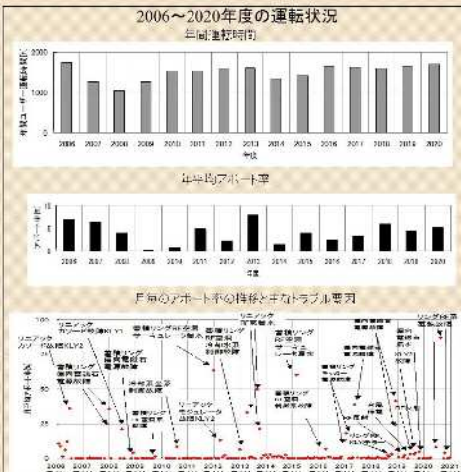
ユーザー運転 → 運転休止

**1日の運転パターン(1日1回の場合)**

ユーザー運転 → 運転休止

**入射蓄積手順**

- ビーム入射 (リニアック 0.257MeV電子ビーム 蓄積リングへ入射)
- 軌道補正
- 蓄積リング加速 (257MeV→1.4GeV)
- 超伝導ウイグラー2台同時励磁 (0→1T)
- ウイグラー励磁後補正 (軌道補正、位置補正、軌道補正)
- ユーザー運転



### 2019年度運転状況

ユーザー運転実施時間 1704 時間  
 光源要因の総アポルト時間 86.7 時間  
 光源要因ビームアポルト率 5.1 %

アポルト内容	時間[h]
蓄積リングRF系故障	68.66666667
加速器冷却水系故障	11
停電	5.733333333
超伝導ウイグラー制御トラブル	1.3
総計	86.7

ここ数年の傾向として電気設備の重大故障が件数としては少数ながら停止期間が大きく、年間アポルト率を決める傾向がある。本年度は蓄積リング高周波系のクライストロン高圧電源がこれに該当する。またアポルトの積算時間としては比較的少ないものの、昨年度まで大きな問題となった空調反射は、明確な単独のトラブルとしては本年度は確認されていない。しかしながらここ数年空調反射が頻発した際に空調電圧を段階的にわずかに下げることによって抑制してきた経緯があり、電子の安定周回条件の限界に近い条件で運転しており、これについても潜在的には大きな課題である。