

## 次期県有ビームライン(BLU)のデザイン

吉村 大介・瀬戸山 寛之・高林 雄一・岩崎 能尊・吉田 勝英・江田 茂・岡島 敏浩  
九州シンクロトロン光研究センター

現在、当施設では県が設置した3本のビームライン(BL)が供用を開始している。また、来年度以降も引き続きBLの建設が行われる予定であるが、次に建設される4本目の県有BLは、アンジュレータ光を用いた軟X線利用のライン(BLU)とする方針が決定された為、その詳細デザインについての検討を開始することとなった。この計画では、BLのデザイン・設計をH18年度に行い、H19年度～H20年度にかけての製作・設置が行われる予定となっている。その後、立ち上げ・調整を行った上で、なるべく早期の一般ユーザーへの供用開始を目指す。

本報告会では、光源から実験装置までを含めたBLUのデザイン概要について発表する。BLUは大まかにはアンジュレータ、分光器、実験装置から構成される。アンジュレータとしては、偏光可変タイプ(APPLE-II型)を採用し、分光器にはMonk-Gillieson型に不等刻線間隔平面回折格子(VLS-PGM)と偏角可変機構を組み合わせるタイプ<sup>[1]</sup>とすることで、30～1200eVのエネルギー範囲での利用を目指す。回折格子はPhoton Flux重視と分解能重視の2種類を目的に応じて切り替える方式とし、Photon Flux重視タイプでは200eV以下で $10^{12}$  photons/sec以上(この時の分解能 $E/\Delta E > 5000$ )、分解能重視タイプでは、600eV以下で分解能 $E/\Delta E > 10000$ (この時のPhoton Fluxは $10^{11}$  photons/sec以上)を目指す。また、実験装置は光電子顕微鏡(PEEM)及び高分解能角度分解光電子分光装置(ARPES)を設置する(いずれも常設)。試料上のスポットサイズは、 $\phi 100\mu\text{m}$ 程度とする予定である。詳細は現在も検討を進めている。

参考文献：[1] K. Amemiya and T. Ohta, J. Synchrotron Rad., **11**, 171 (2004).



## 次期県有ビームライン(BLU)のデザイン

吉村 大介・瀬戸山 寛之・高林 雄一・岩崎 龍尊・吉田 勝英・江田 茂・岡島 敏浩  
九州シンクロトロン光研究センター (SAGA Light Source)

### 概要

九州シンクロトロン光研究センター(SAGA Light Source; SAGA-LS)では、現在3本の県有ビームライン(BL)の供用を開始している。

また、来年度以降も引き続き、新規BLの整備や既存BLの高度化を行ってゆく。

今回は、4本目のとして検討している、アンジュレータを光源とする新規軟X線利用のデザインの検討内容について報告する。

## 設定条件

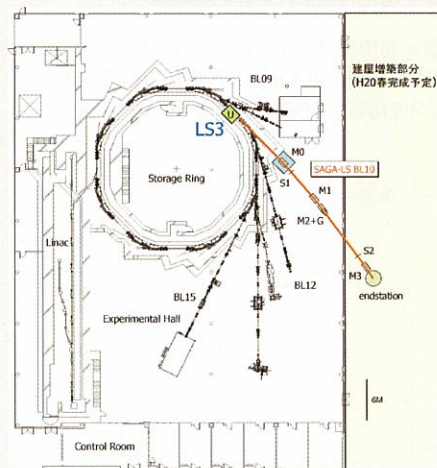
今回検討を行う、新規BLのデザインにおける基本的な設定条件は、以下の2点である。

- i) アンジュレータを光源とする軟X線利用のBLとする。
- ii) 設置する測定装置は、光電子顕微鏡(PEEM)と光電子分光装置(PES)とする。

## 検討内容

### ビームライン建設場所

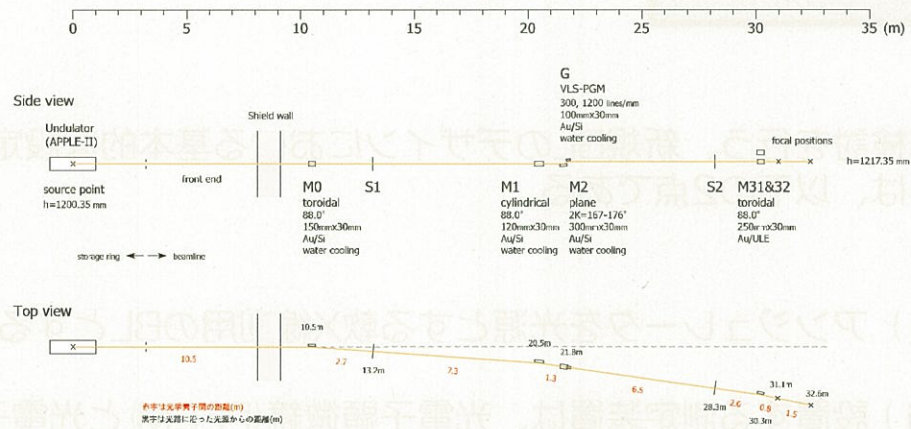
実験ホール図



- ・ アンジュレータ(U)は  
第3直線部(LS3)に設置
- ・ 将来のBL11建設の為、第一ミラー  
真空槽は放射線シールド壁の外側に  
配置
- ・ 第一ミラー用の真空槽を収める為、  
新たに放射線ハッチを設置
- ・ 出射スリット(S2)以降の部分は  
増築エリアの実験ホールに設置

## 新規アンジュレータBL (BLU) 光学系

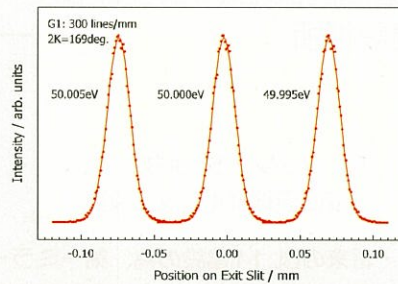
全体配置図



- ・エンドステーションを含めたビームライン全長は35m程度を想定
- ・分光器は不等刻線間隔平面回折格子(VLS-PGM)を用いる可変偏角型
- ・第1ミラーを放射線シールド壁外(光源点より約10.5m地点)に設置
- ・出射スリット以降の部分は、H19年度より建設される増築部分に設置

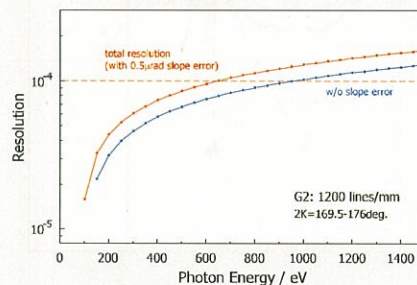
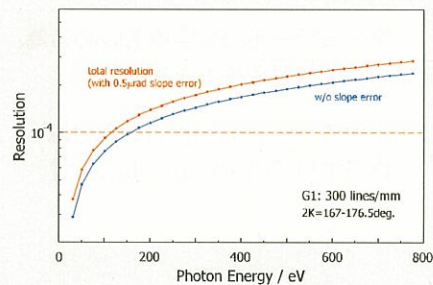
## 分解能の見積もり

出射スリット位置でのエネルギーの分散

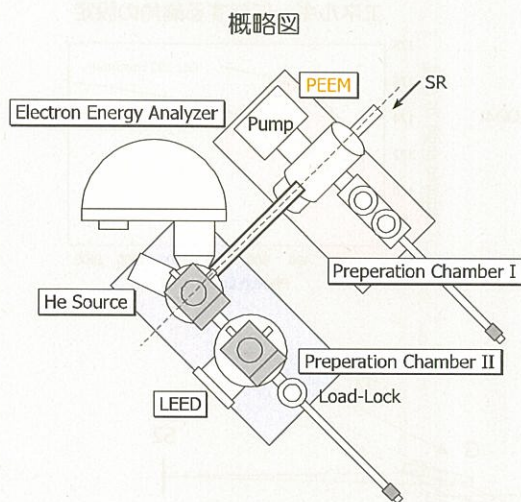


- ・分光エネルギーを50eVに設定した時に、出射スリット(S2)上へと集光されるビームの位置分散の様子(光線追跡ソフトウェア(SHADOW)を用いたシミュレーションによる)
- ・想定利用エネルギー範囲(30~1200eV)  
G1使用時、400eV以下で  $E/\Delta E > 5000$   
G2使用時、650eV以下で  $E/\Delta E > 10000$

理想エネルギー分解能



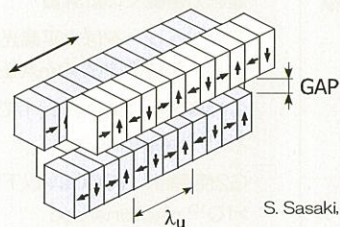
## エンドステーション構成



- ・当面は光電子顕微鏡(PEEM)と角度分解光電子分光(ARPES)装置を設置
- ・各測定装置に試料準備槽を設け、in-situでの試料作成や測定前評価を可能とする
- ・低速電子回折(LEED)等の補助的な評価装置も順次整備の予定
- ・試料温度は低温～室温を想定(加熱測定にも順次対応予定)
- ・モノクロメータ付きのHe光源により、オフラインでの測定にも対応可能

## アンジュレータ概要

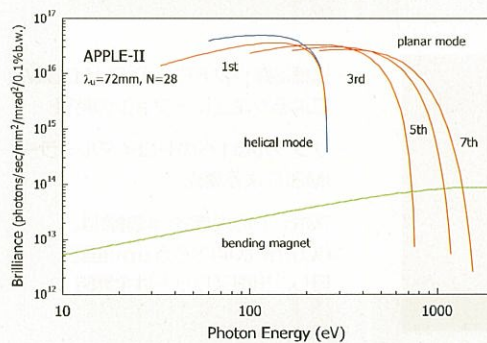
アンジュレータ概念図(APPLE-II型)



S. Sasaki, Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A347, 83 (1994)

- ・4つの磁極列の位置を任意に移動させることで、水平、垂直、楕円、円と様々な偏光を得る

光源スペクトル(計算値)



- ・エネルギー1.4GeV、蓄積電流100mA運転時
- ・最小ギャップ：30mm
- ・磁極列の長さ：約2m
- ・周期長：72mm
- ・周期数：28
- ・7次光利用で～1.2keV

## 分光器パラメーター等

### ・VLS-PGMパラメーター

(刻線密度)  $= N_0(1 + a_1 w + a_2 w^2 + a_3 w^3 + \dots)$

$N_0$ : 回折格子中心での刻線密度

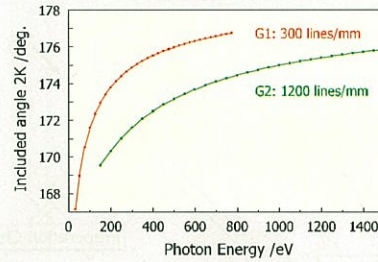
$w$ : 回折格子上のビーム軸方向の座標

K. Amemiya and T. Ohta, J. Synchrotron Rad. 11, 171 (2004)

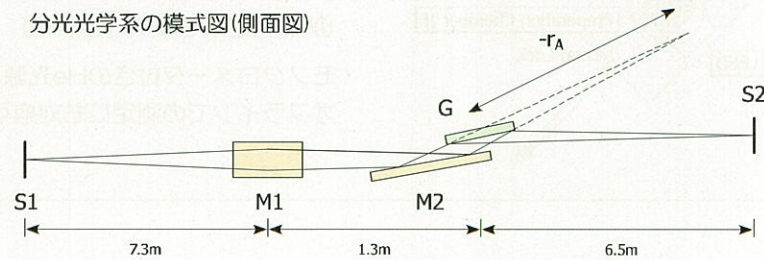
### ・デザインの光学配置に対して最適化した値

|                           | G1          | G2          |
|---------------------------|-------------|-------------|
| lines/mm                  | 300         | 1200        |
| $a_1$ (mm <sup>-1</sup> ) | -3.0424E-04 | -3.0540E-04 |
| $a_2$ (mm <sup>-2</sup> ) | 6.9187E-08  | 6.9813E-08  |
| $a_3$ (mm <sup>-3</sup> ) | -2.3743E-11 | -1.7273E-11 |
| $r_A$ (m)                 | -6.310      | -6.307      |

### エネルギーに対する偏角の設定

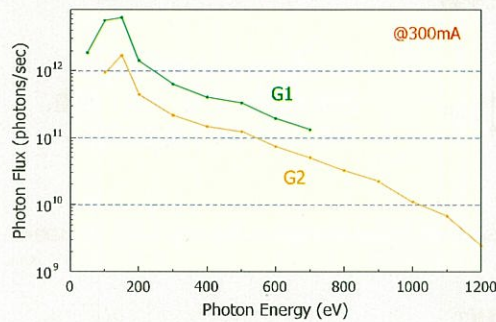


### 分光光学系の模式図(側面図)



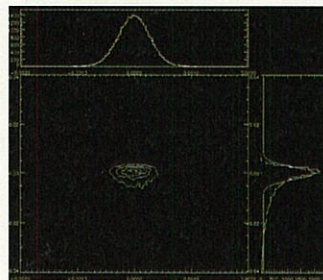
## Photon Flux及びスポットサイズの見積もり

### 蓄積電流値300mA時のPhoton Flux



- ・各Photon Energyにおける理想分解能での計算値
- ・アンジュレータは水平偏光モードとし、蓄積電流300mAを仮定
- ・G1使用時、300eV以下で  $>10^{12}$  photons/sec
- ・G2使用時、1000eV以下では  $>10^{10}$  photons/sec
- ・入射及び出射スリットの開口は  $50\mu\text{m}$ と $20\mu\text{m}$ とした

### 試料上のスポットサイズ@1000eV



- ・光線追跡ソフトウェア(SHADOW)によるシミュレーションの結果
- ・サンプル点1へのトロイダルミラー(M3)による集光
- ・スポットの大きさ(半値幅)は、 $60\mu\text{m}$ (水平)× $6.5\mu\text{m}$ (垂直) 但し、出射スリットは全開時

### 今後のスケジュール

H18年度：詳細設計

H19年度：製作開始、基幹部及び輸送部上流部分の設置

H20年度：アンジュレータの設置及び調整

増築部分完成の後、輸送部下流部分及びエンドステーション設置

H21年度：立ち上げ・調整（H21年度中～H22年度からの供用開始を予定）

### まとめ

SAGA-LSの次期BL整備計画を進める為、アンジュレータを光源とする新規軟X線利用BLの検討を行った。  
これまでの検討によって各種構成部分の大まかな仕様が決定できた。詳細に関して今後も検討を続けてゆく。

