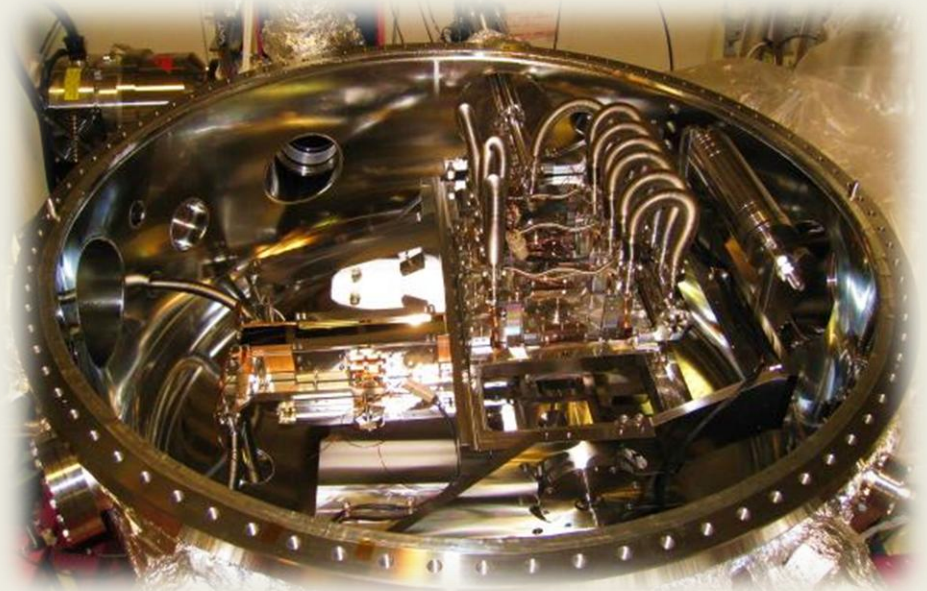
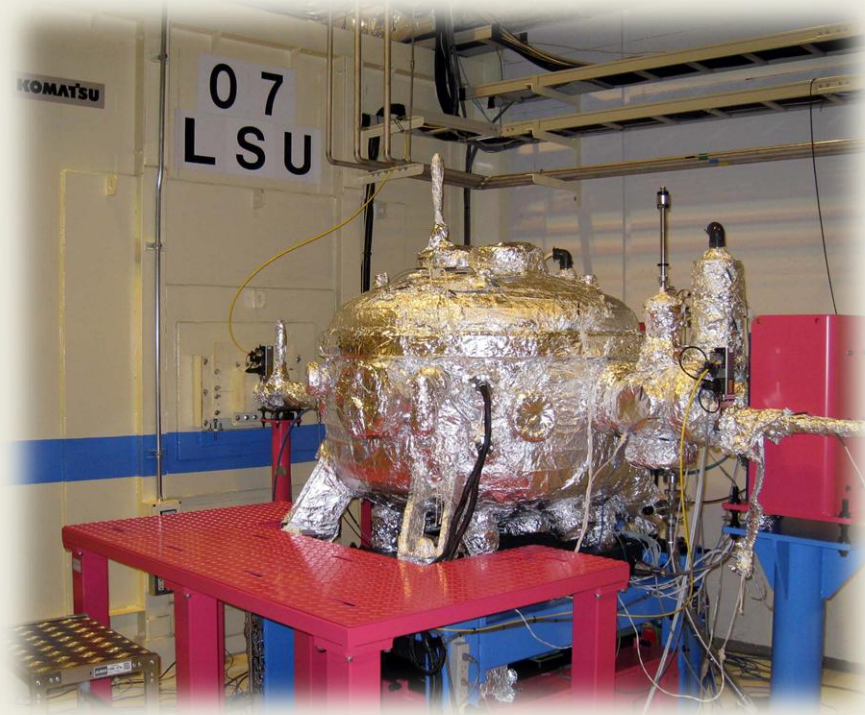


BL07LSUアンジュレータ・ビームラインの現状



Monochromator@BL07LSU

山本達 (ISSP, Univ. of Tokyo)

仙波泰徳、大橋治彦 (JASRI/SPring-8)

BL07LSU建設チーム

田中隆次、清家隆光、北村英男

仙波泰徳、大橋治彦

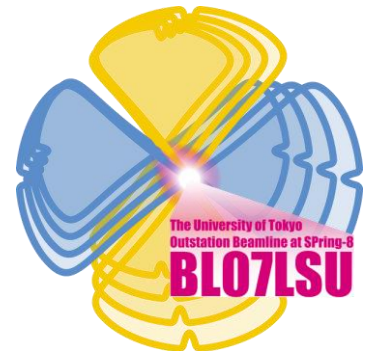
高橋直、成山展照、松下智裕、竹内正雄、
大端通、古川行人、竹下邦和、後藤俊治



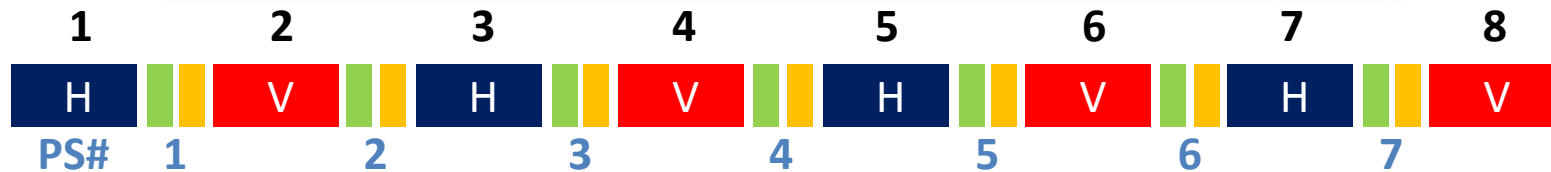
Table of Contents

東京大学アウトステーション SPring-8 BL07LSU

1. アンジュレータの概要・現状
2. ビームライン光学系の概要・現状
3. 今後の予定



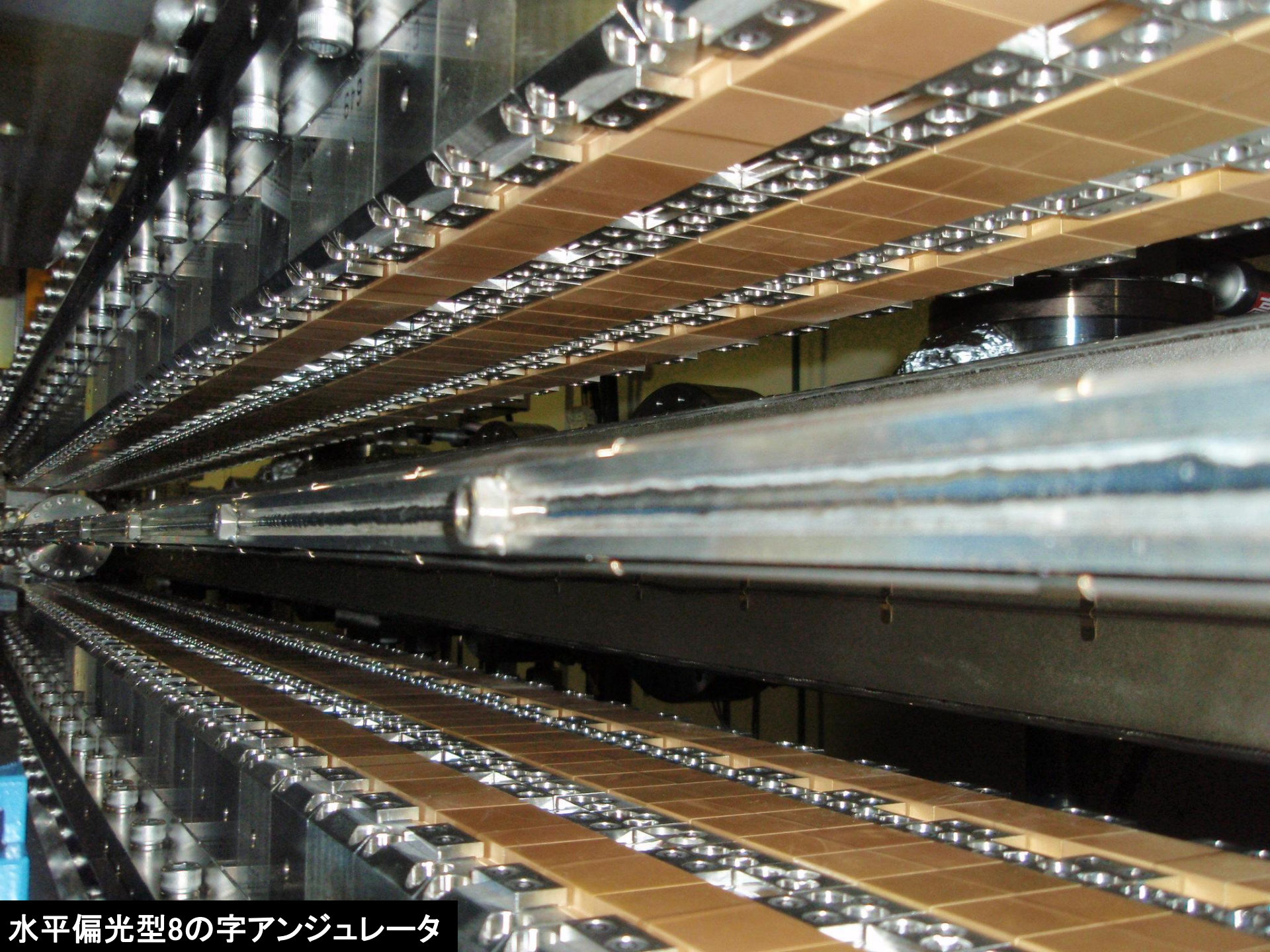
Undulator (ID07): Overview



偏光制御型アンジュレータ

■ 永久磁石移相器(PM-PS)
■ 電磁石移相器(EM-PS)

- 27 m長尺アンジュレータ
- 水平8の字(H-ID)4台+垂直8の字(V-ID)4台からなる分割型クロスアンジュレータ
- 各セグメントの独立制御、移相器によるセグメント間位相調整が可能



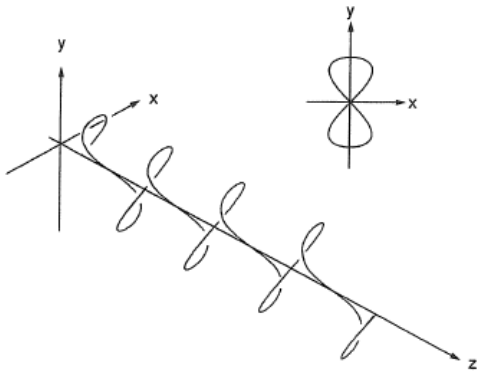
水平偏光型8の字アンジュレータ



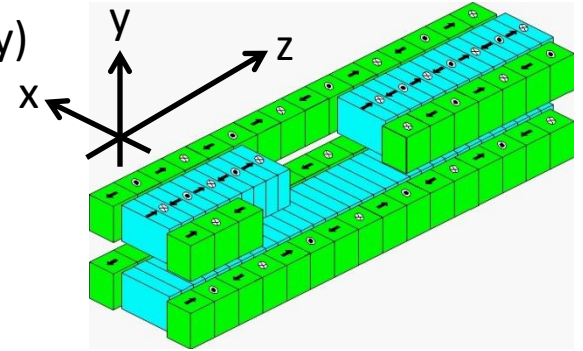
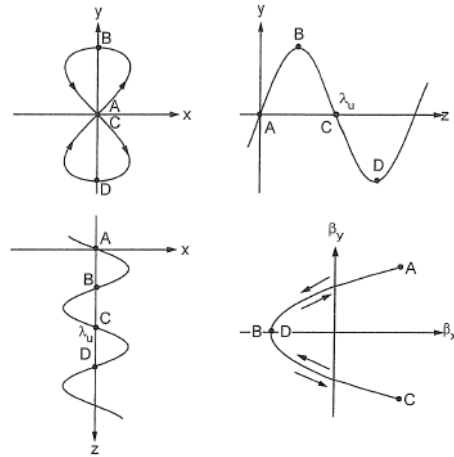
垂直偏光型8の字アンジュレータ

Figure-8 undulator

水平8の字undulator
内部の電子軌道

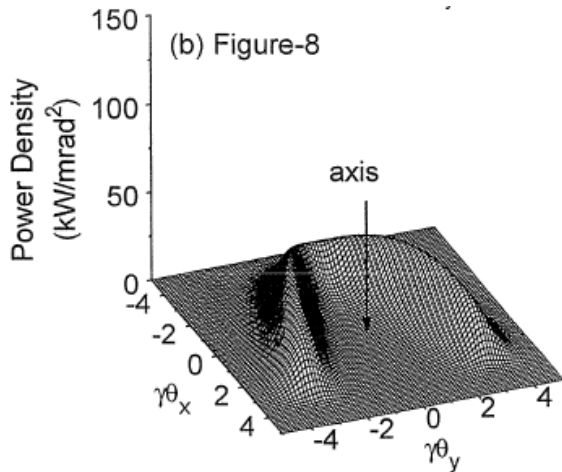


x-y, x-z, y-z面への投影図
電子の横方向の速度(β_x, β_y)



x方向の磁場周期長が
y方向の2倍
(電子軌道の周期はx-y逆)

水平8の字undulator
放射パワーの空間分布



- 1つのundulatorの中で、左右円偏光を重ねて直線偏光を作り出している。
- 光軸上の放射パワーが小さい
- 整数次の高調波(水平偏光)に加え、半整数次の高調波(垂直偏光)が存在する。

熱負荷を軽減し、高Flux・高偏光度を両立可能

Ref.) 田中隆次、放射光、vol.10, p.251 (1997).

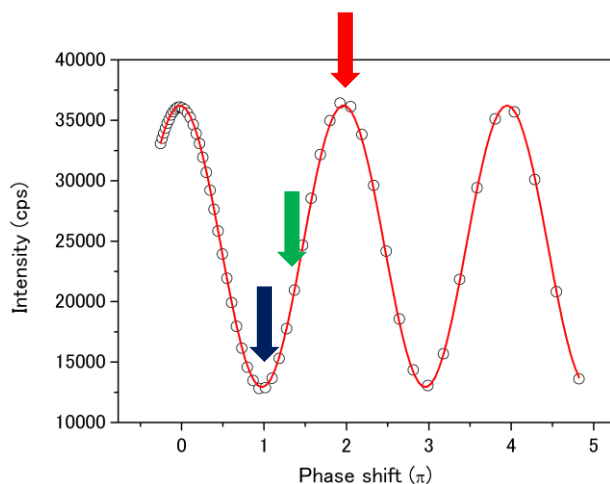
Phase shifter

IDセグメント間の電子軌道を変化させ、
各IDセグメントからの光の位相を調整する。

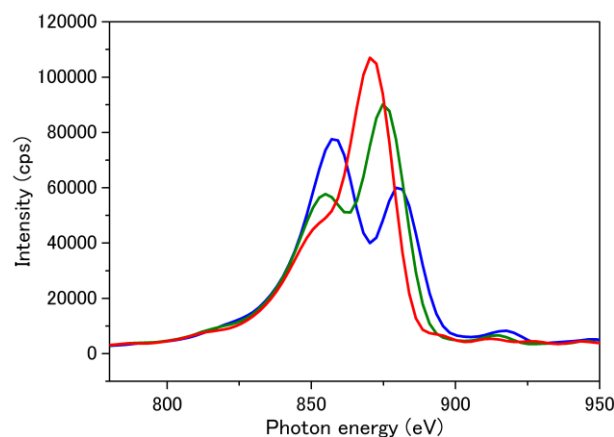
● 位相整合によるPhoton fluxの最適化



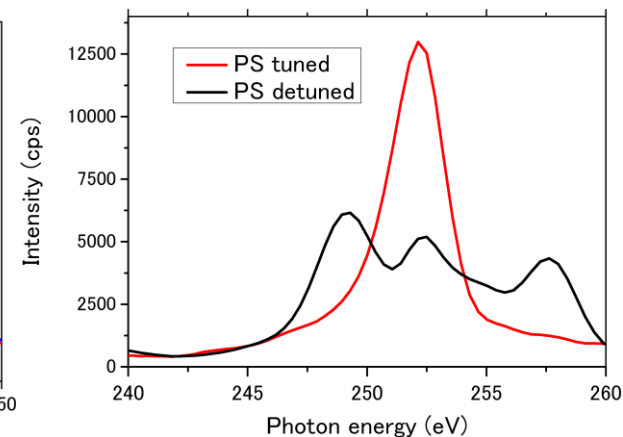
PS位相制御による強度変化



IDスペクトルのPS依存性

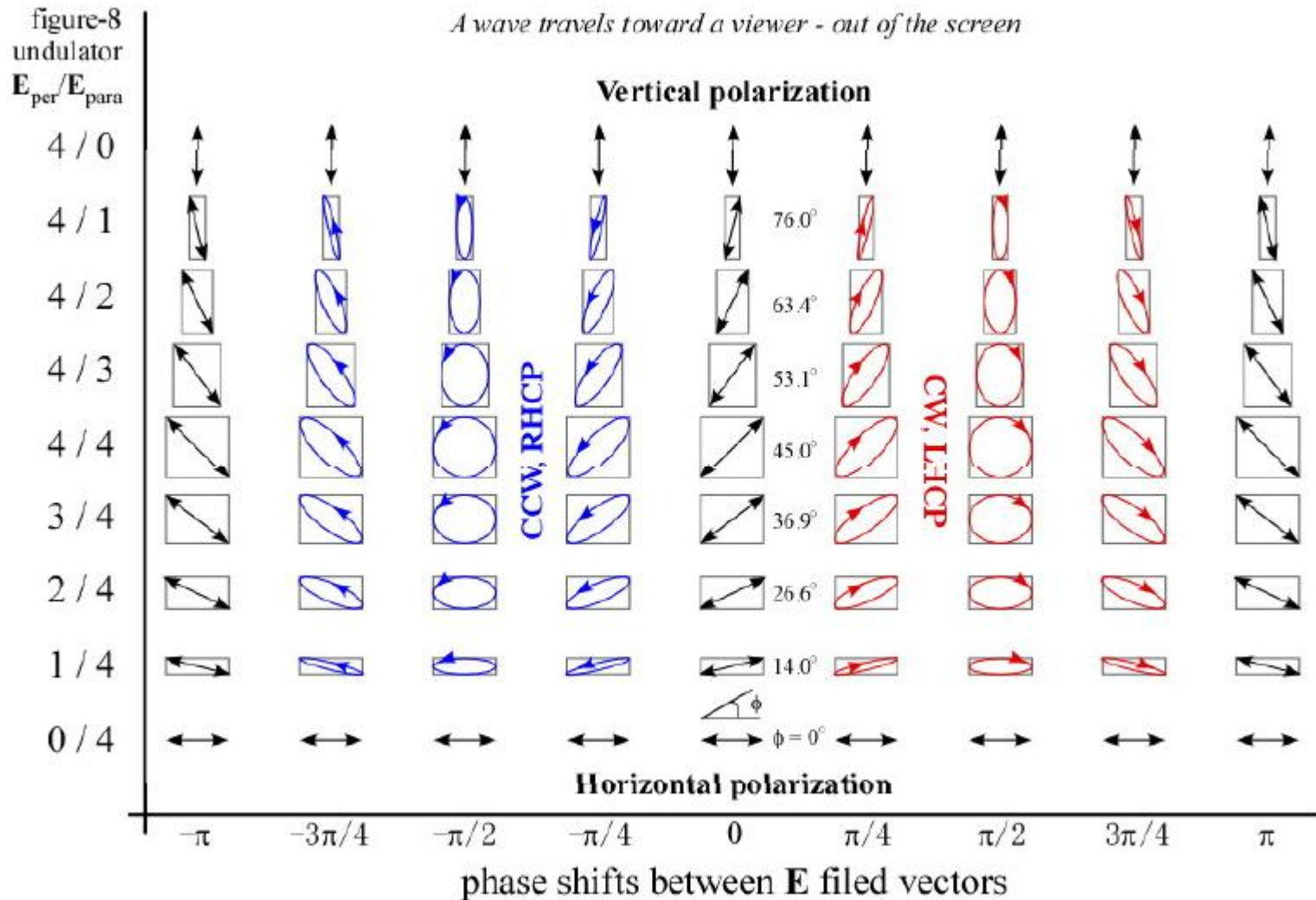


IDスペクトルのPS依存性 H-ID ($E_{1st} \sim 252$ eV) x4



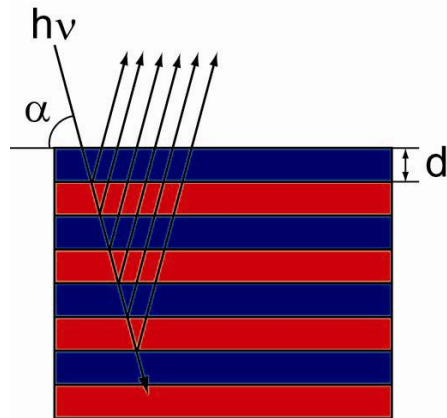
Ref.) Y. Senba *et al.*, 放射光学会ポスター 8P025 (2010).

Polarization control at BL07LSU



Soft X-ray Polarimeter

反射型多層膜偏光子を利用した偏光解析装置



特定の波長で高い反射率

Substrate: Si

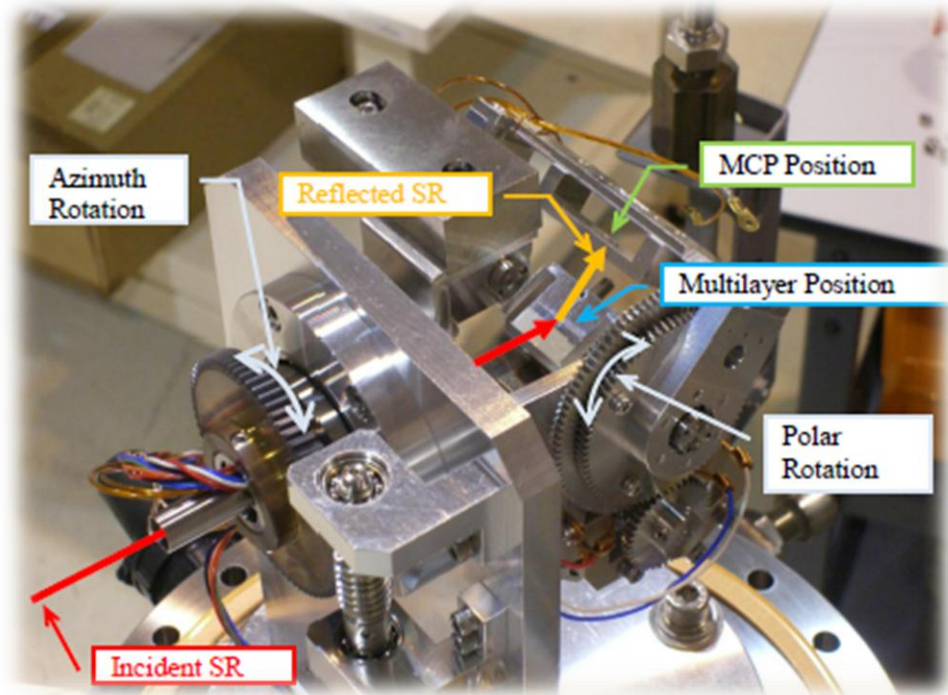
Multilayer: W/B₄C

$h\nu \sim 300$ eV

Period: $d = 3.0 \pm 0.1$ nm

of layers: 100

$h\nu \sim 100, 700$ eV用も準備



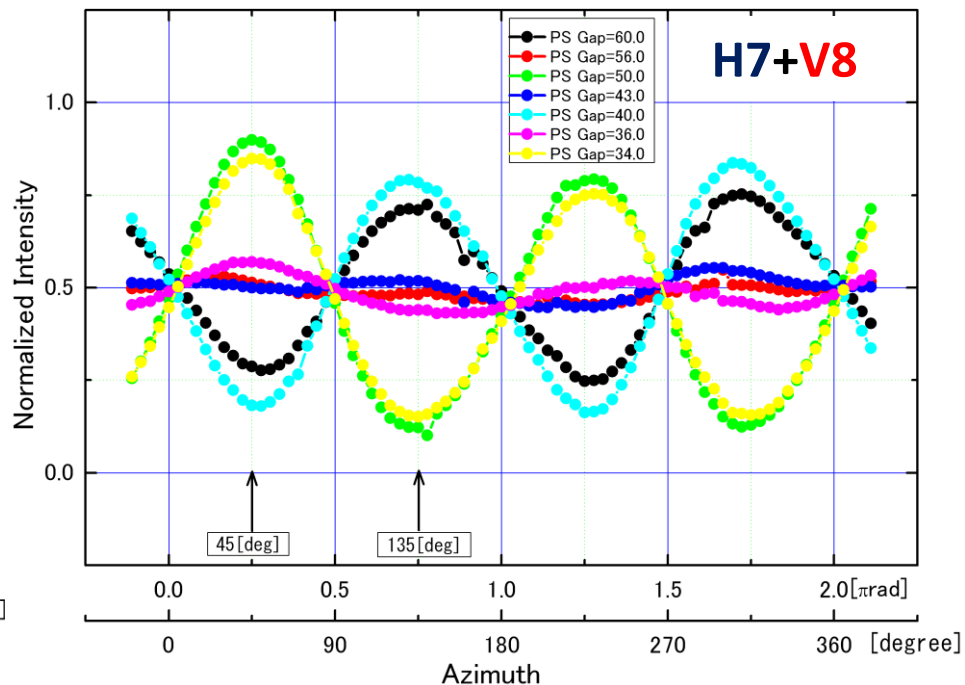
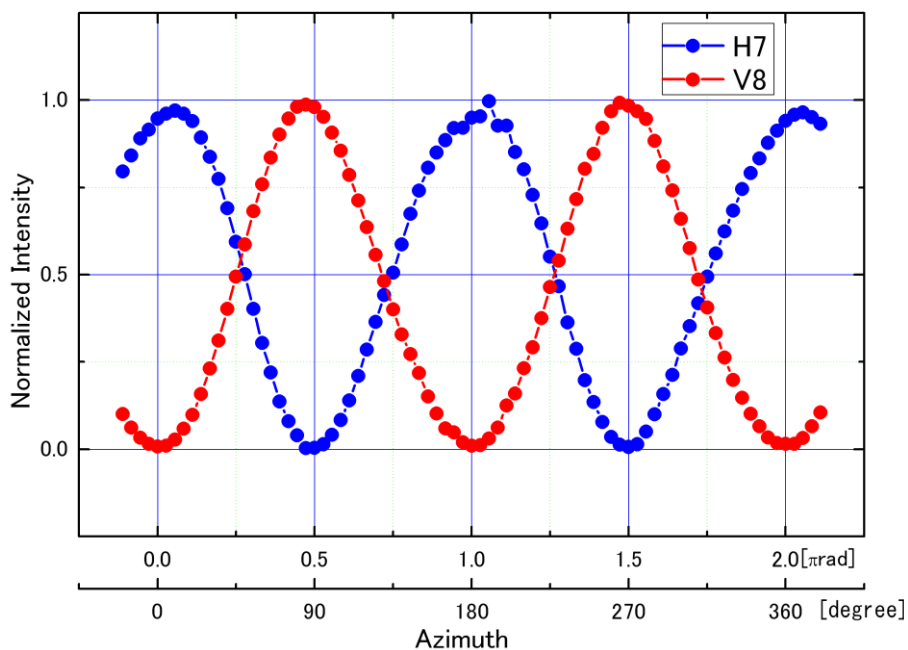
Ref.) M. Fujisawa and I. Matsuda,
SOR activity report 2010, p.44-49.

Polarization measurements

ID 7 PS 8

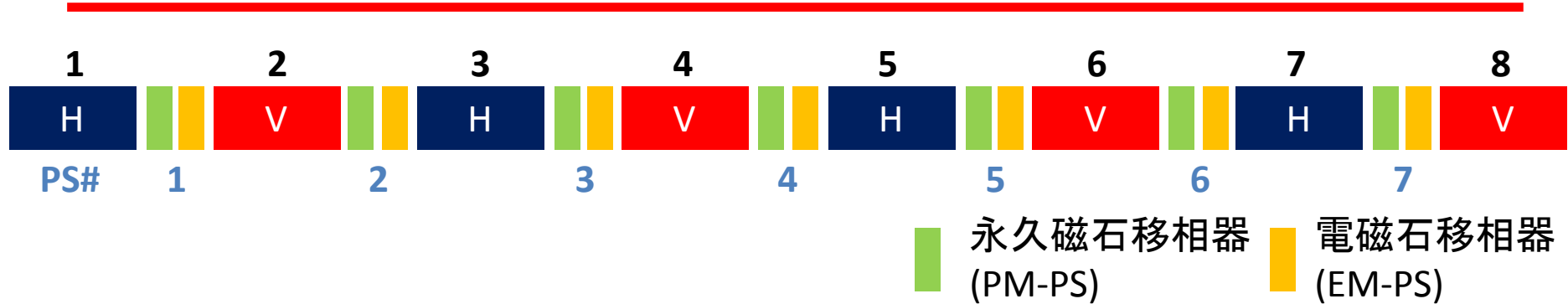


H7(水平)、V8(垂直)の偏光度測定 ($h\nu=300$ eV)



- 水平・垂直IDそれぞれ高い直線偏光度を確認： $>97\%$
- 水平&垂直ID+移相器による(楕)円偏光の発生を確認

Operation modes at BL07LSU



1. 直線偏光モード

- H-ID又はV-ID単独使用で水平/垂直偏光
- PM-PS

ユーザー利用可能

2. 円偏光モード

- H-ID + V-ID
- PM-PS

3. 高速円偏光切替モード

- H-ID + V-ID
- PM-PS + EM-PS AC運転による偏光スイッチング(10 Hz)

Undulator: Present status

- IDセグメント光軸のずれ
⇒軌道補正により**光軸のずれが解消** (2011/4)
- 永久磁石移相器(PM-PS)#2,#6 Gap駆動モーター不調
2011/4に問題発生、2011/8-9に修理(cable結線不具合)
⇒奇数番目PM-PSで代用。偶数番目PM-PSの調整必要。
- アンジュレータGap運用制限

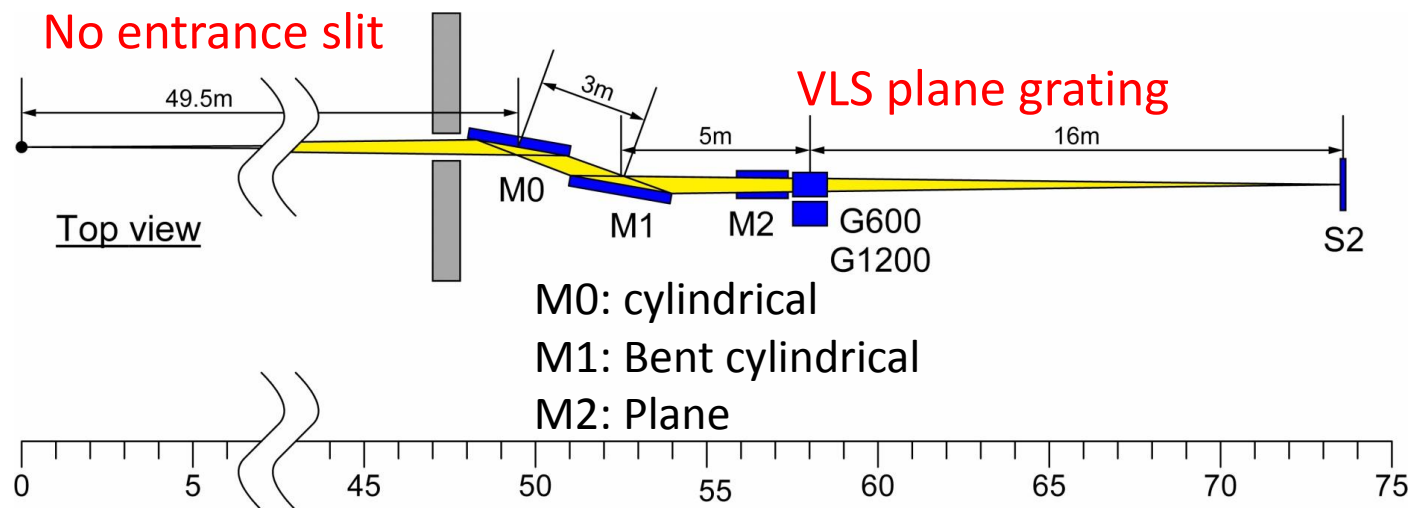
下流偏向磁石chamberへの熱負荷

Photon Energy (eV)	H1	V2	H3	V4	H5	V6	H7	V8
2000~500	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
500~380	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Green
380~250	Green	Red	Green	Red	Green	Red	Green	Green

- H-IDは最低光エネルギー250eVまで**運用可能**
- V-IDは500eV以下で上流IDに**運用制限**あり

Beamline optics: Overview

偏角可変型不等刻線間隔平面回折格子分光器

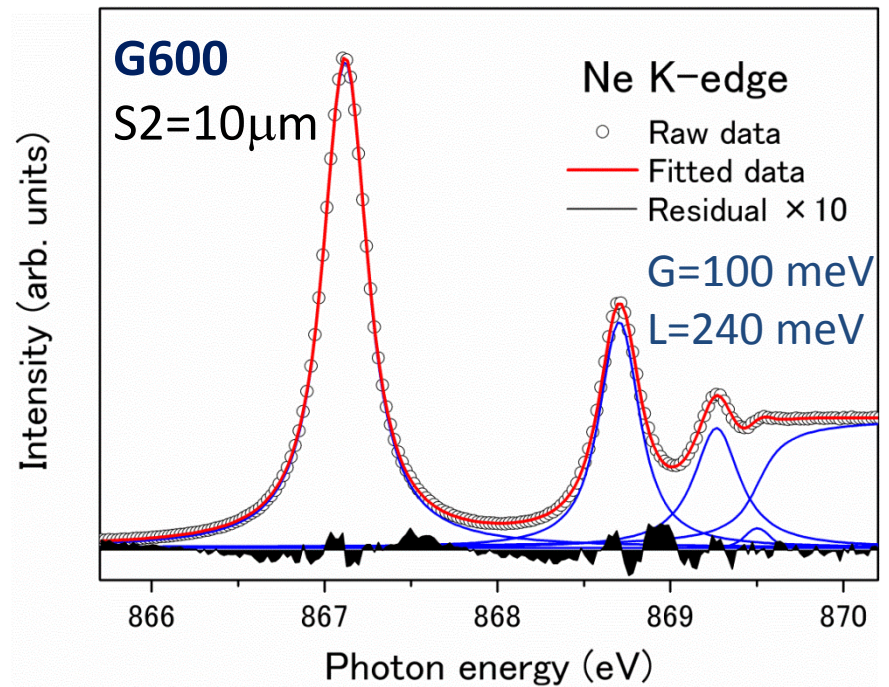
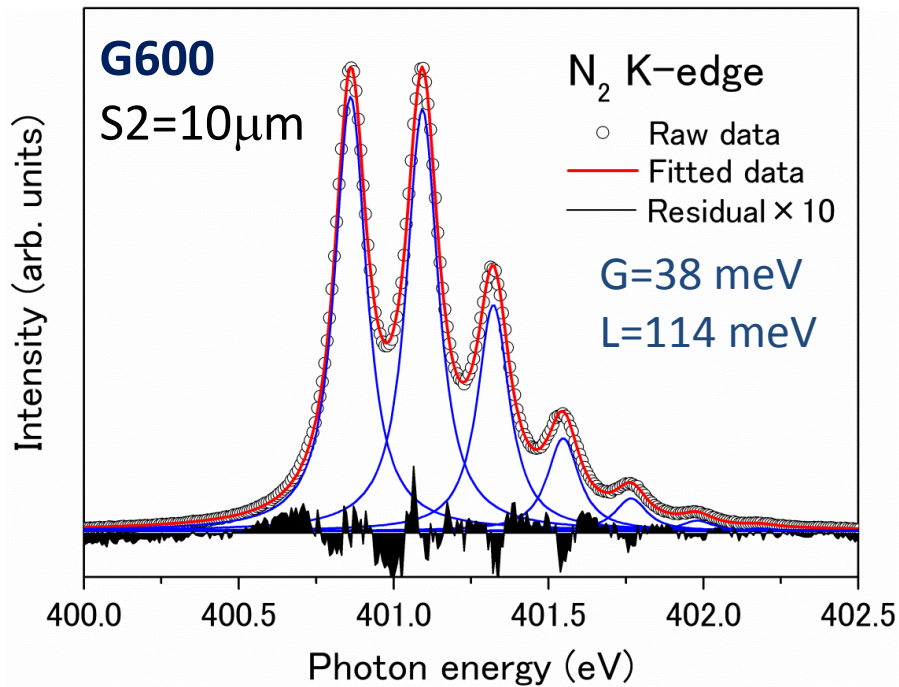


光エネルギー 250~2000 eV
分解能 ($E/\Delta E$) >10,000
フラックス > 10^{12} photons/s/0.01%BW
ビームサイズ < 10 μm

- 高分解能・高fluxを両立
- 2本の回折格子が利用可能
G600 (600 lines/mm; 島津)
G1200 (1200 lines/mm; HJY)
G1200を2011年夏に設置

Energy resolution

Total ion yield x-ray absorption spectra of N₂ and Ne



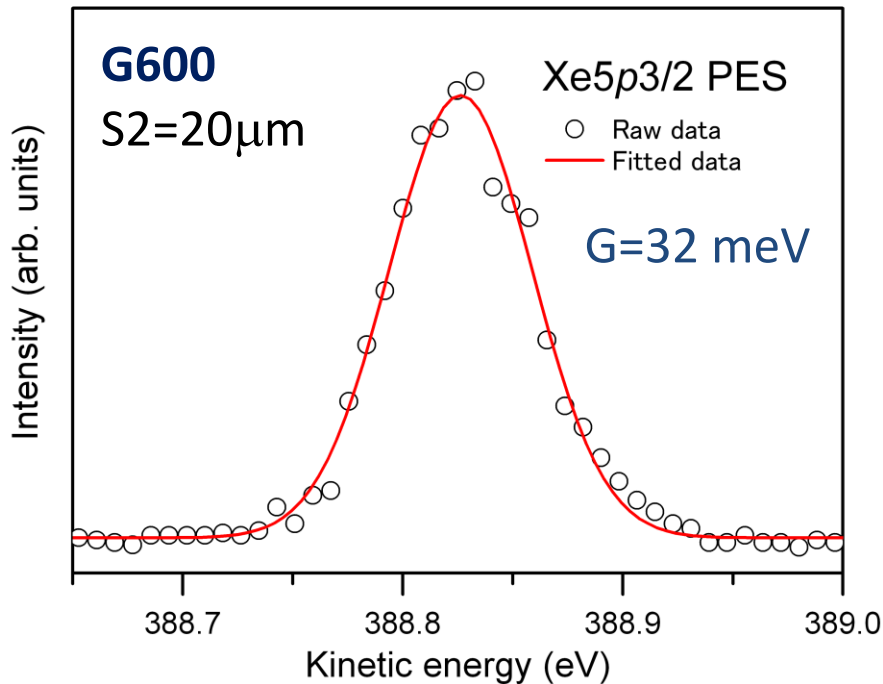
$$E/\Delta E = 401\text{eV}/38\text{meV} \sim 10,000$$

$$E/\Delta E = 867\text{eV}/100\text{meV} \sim 8,700$$

分解能10,000以上の評価は困難

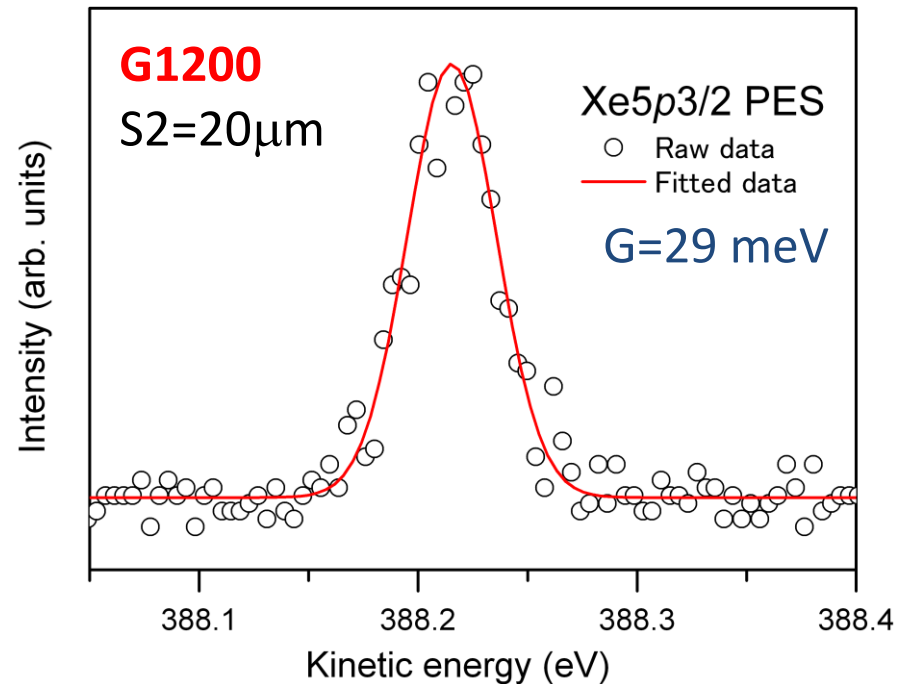
Energy resolution

Photoemission spectra of Xe



$$E/\Delta E = 400.9 \text{ eV} / 32 \text{ meV} \sim 12,500$$

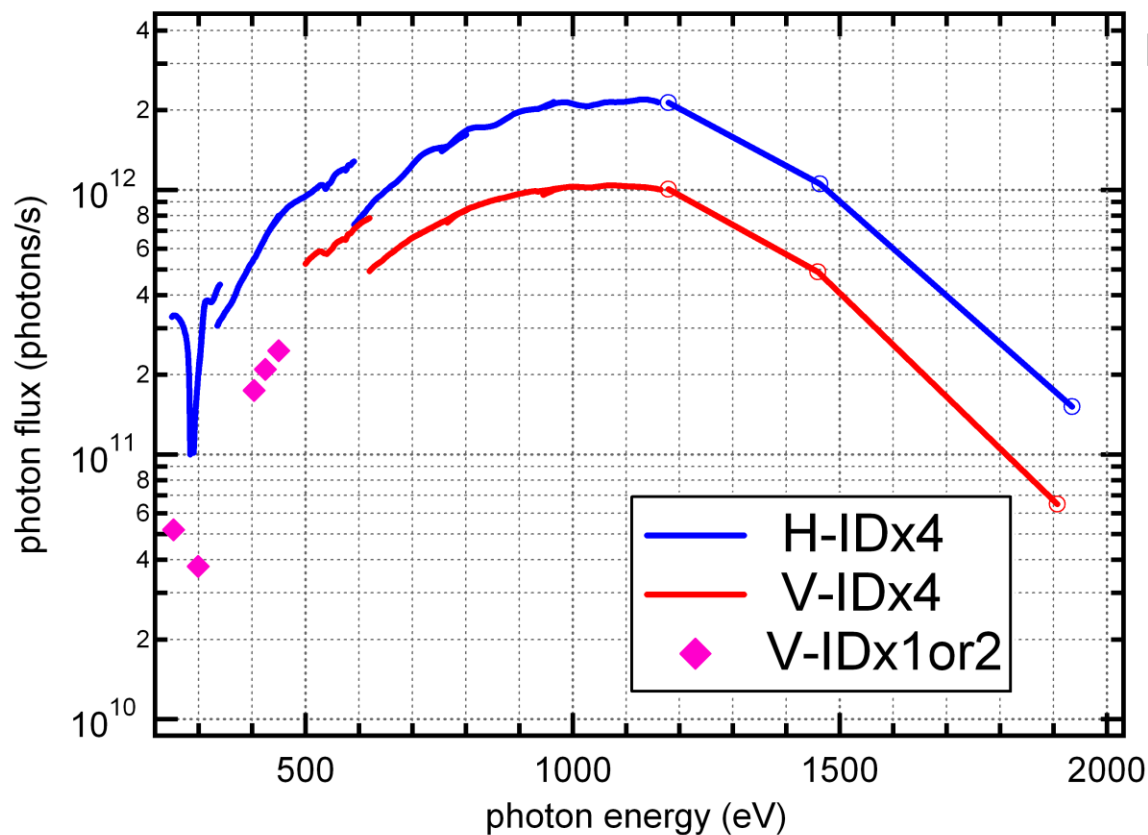
Doppler broadening: 21.5 meV



$$E/\Delta E = 400.3 \text{ eV} / 29 \text{ meV} \sim 13,600$$

G600, G1200共に
エネルギー分解能($E/\Delta E$)>10,000を達成

Photon flux



Photodiode(IRD AXUV-100)

測定条件:

S2 20 μm ,

Front End Slit (FES)

opening 2.0x1.75 mm,

G600

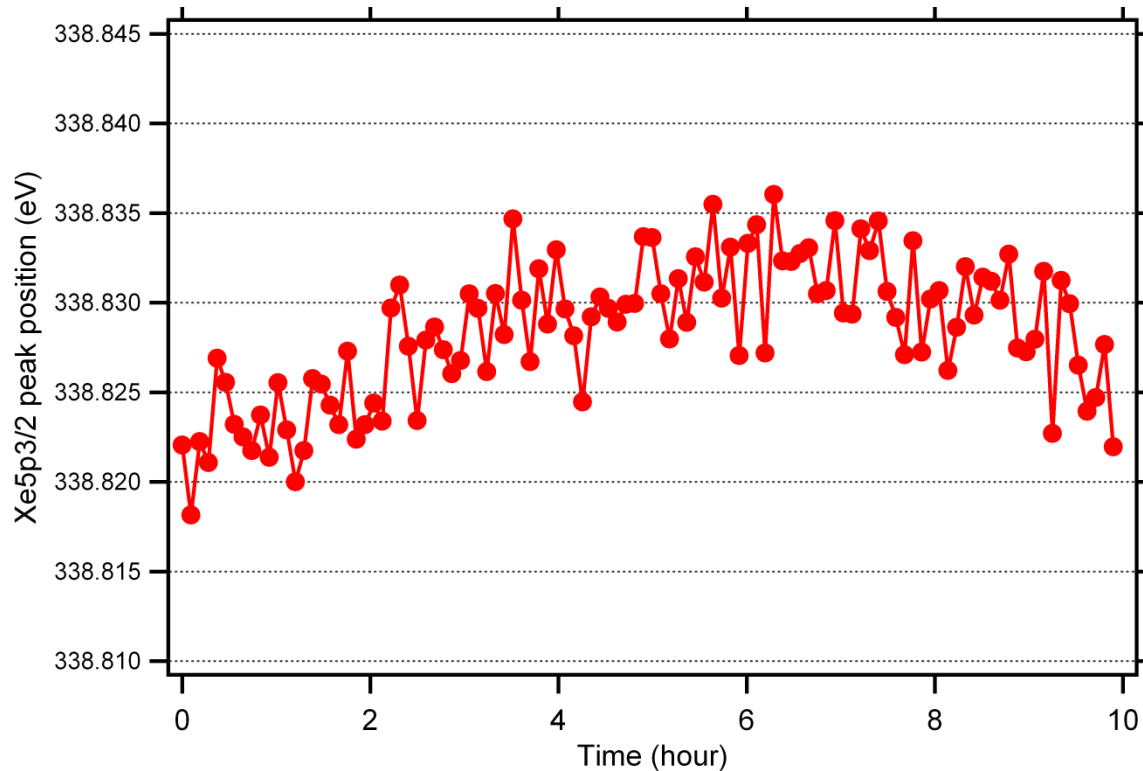
250, 400, 540, 640 eVで

分解能($E/\Delta E$)>10,000を確認

課題: 光学系の炭素汚染(C K-edge ~280 eV)

→ 回折格子・ミラーの清浄化

Photon energy stability



Xe5p 3/2 PES peakにより評価

測定条件:

$h\nu = 400\text{eV}$, H-IDx4,

FES 1.0x0.5 mm, S2 20 μm ,

G600

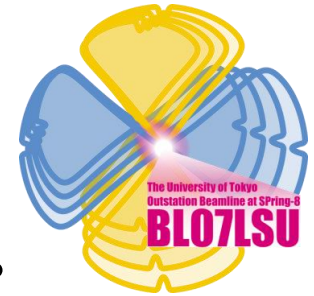
長時間(10時間)
光エネルギードリフトは20 meV以下

Summary

現状

分割型クロスアンジュレータ

- 全8セグメントの光軸が揃った。
- 直線偏光(水平・垂直偏光両方)のユーザー利用可能。
- (楕)円偏光の発生を確認。



ビームライン

- 新規1200 lines/mm(G1200)回折格子の設置
- G600, G1200両方で分解能($E/\Delta E$)>10,000を達成
- 分解能10,000でPhoton flux > 1×10^{12} photons/sを達成

今後の予定

- 偶数番目永久磁石移相器の調整
- 全エネルギー範囲における、エネルギー分解能(偏角)最適化
- 回折格子・ミラーの洗浄によるPhoton flux向上
- 円偏光度測定・調整を行い、円偏光(切替)モードによるユーザー実験の早期実現