

# 軟X線発光

## 経緯

1991年～軟X線発光分光器の建設 (BL-19B／物性研)

1994年～BL-19B共同利用開始

1996年～可変偏光分光器の建設

S課題(辛@物性研)で建設 (BL-2C) …… 手塚関与せず

2003年 物性研グループの撤退

暫定的に手塚が引き受ける …… 手探り状態

触らぬ神にたたり無し？

2004年 BL-2Cユーザー会議

ユーザーによる運営を確認

"of the user, by the user, for the user"

ユーザーグループの立ち上げ

BL-2C、BL-19Bユーザーをまとめた「軟X線発光」グループ

2006年 コンピュータの更新

コンピュータによる直接取り込み。

2次元データ検知

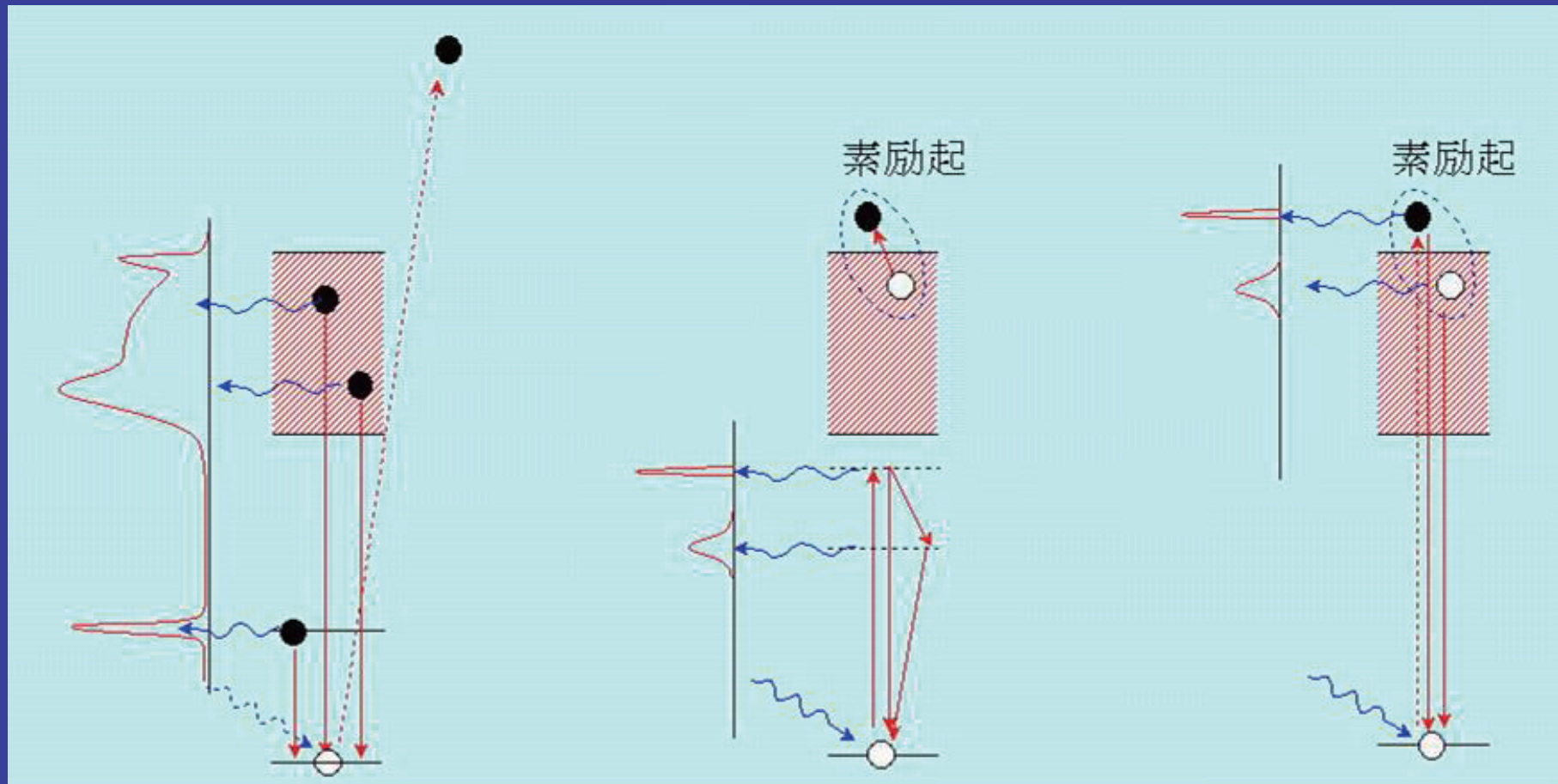
2007年 スリットの可変化 …… 実はスリットがつぶれていた！

Change! ようやく軌道に！

# Energy Diagram of SXES and SXRS

蛍光

ラマン散乱



部分状態密度

素励起(エキシトン・フォノン etc)

インコヒーレント(遅い過程)

コヒーレント(速い過程)

# Resonant Raman Scattering

## SXES

Soft X-ray Emission Spectrum

## RXES

Resonant  
X-ray Emission Spectrum

## RXRS

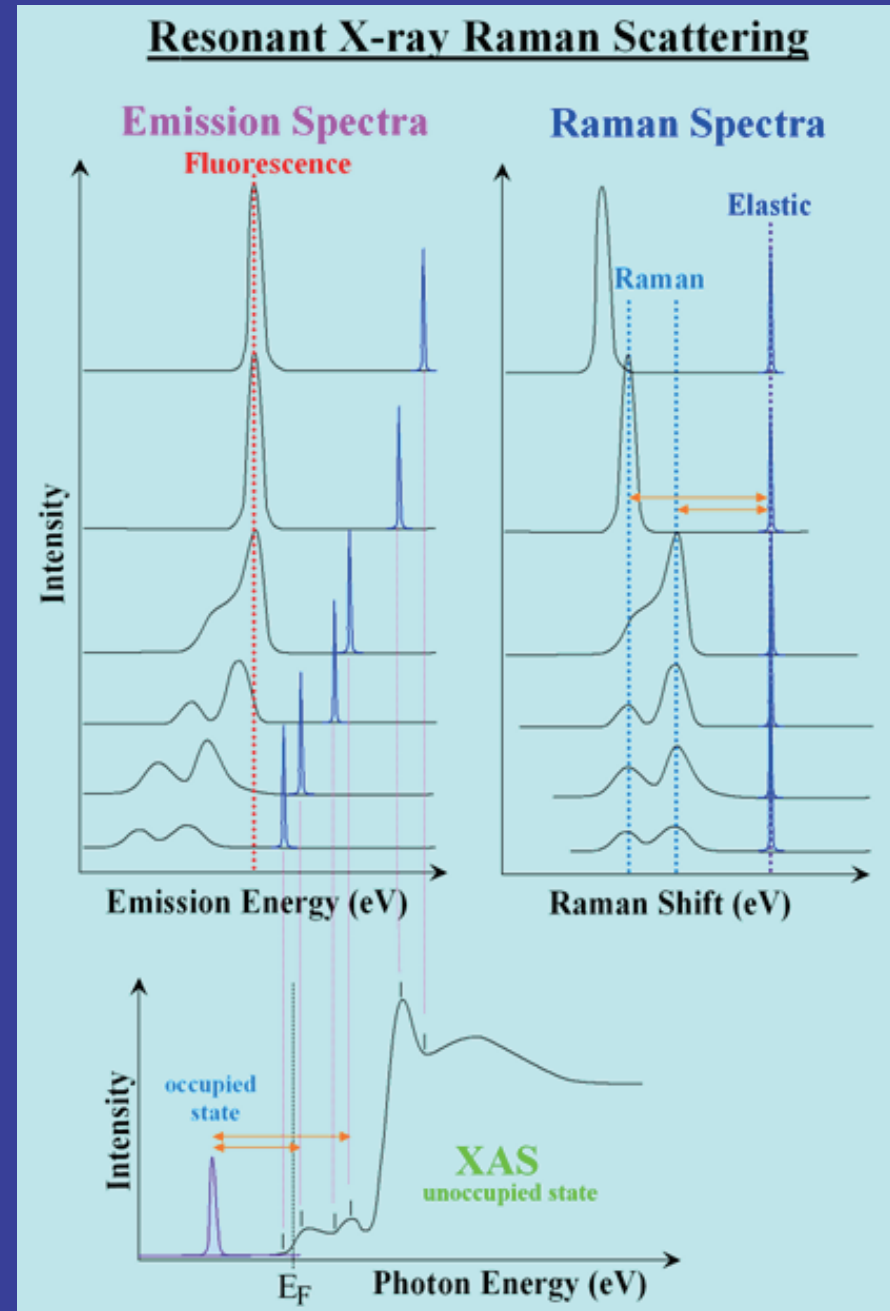
Resonant  
X-ray Raman Scattering (Spectrum)

## RIXS

Resonant  
Inelastic X-ray Scattering (Spectrum)

ラマン散乱  $\longleftrightarrow$  光電子

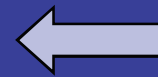
蛍光  $\longleftrightarrow$  Auger電子



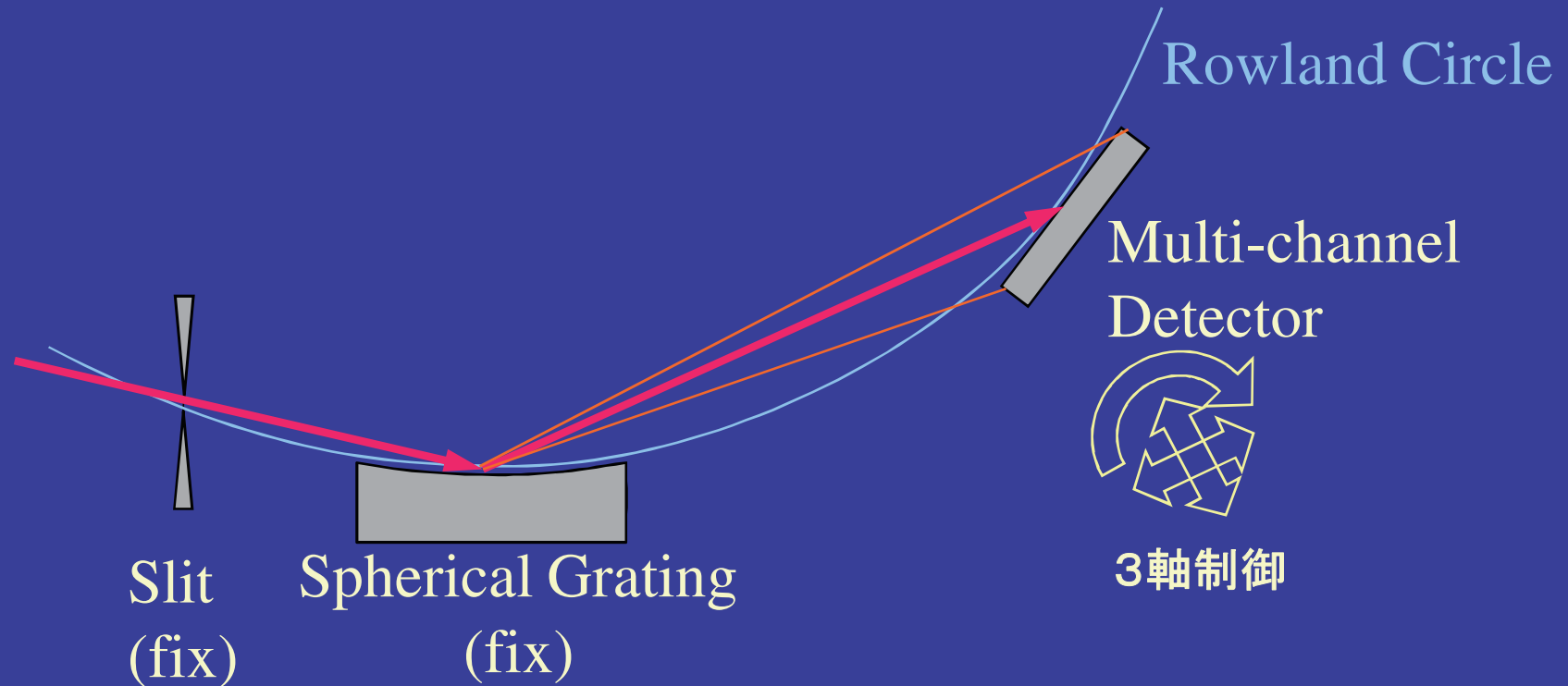
# 分光

- 分光

マルチチャンネル検知器



検知面での分散を計算

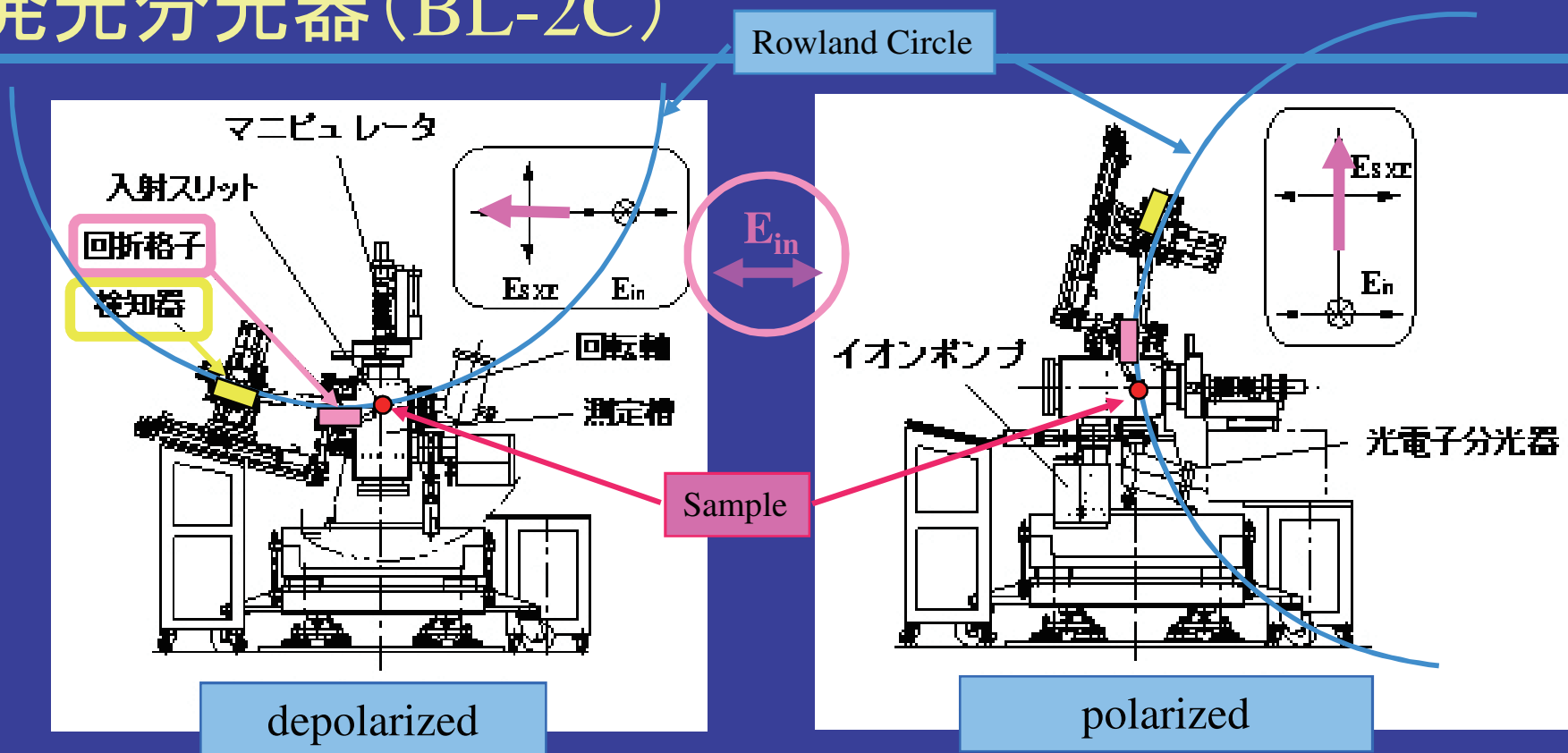


エネルギーの  
基準が無い



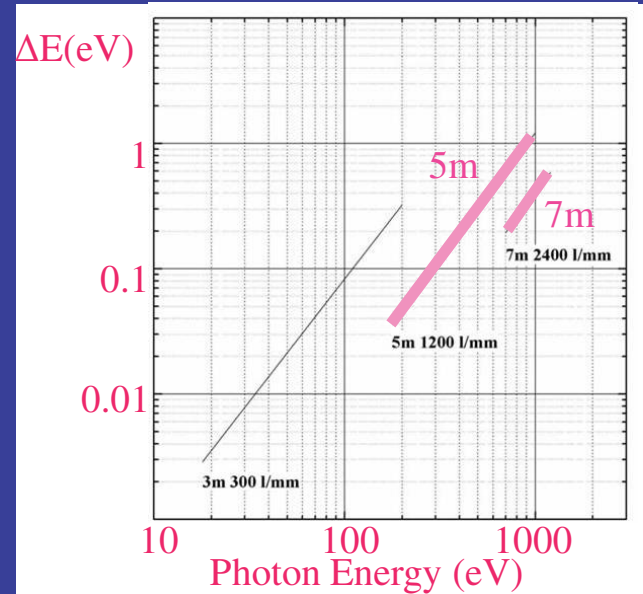
- 特性X線による補正: 荒い
- 弾性散乱で補正: 難しい

# 発光分光器 (BL-2C)



分光器: Rowland mount type  
 検知器: Quantar Technology社製  
 発光測定: 200~1200eV  
 励起光: 250~1400eV

- 問題点**
- 励起光スポットと発光分光器スリットの mismatch
  - 装置回転に伴うエネルギーのズレ

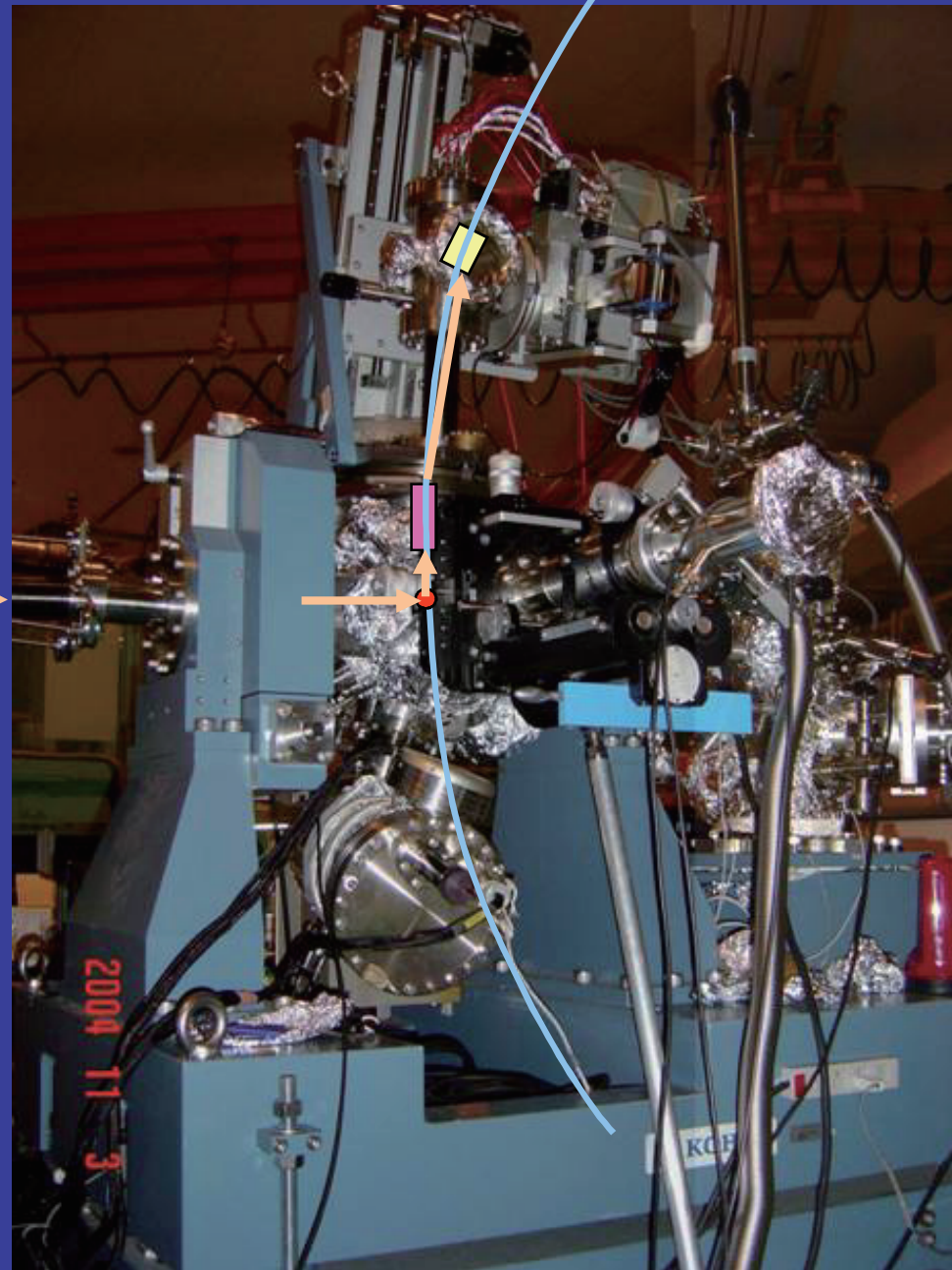
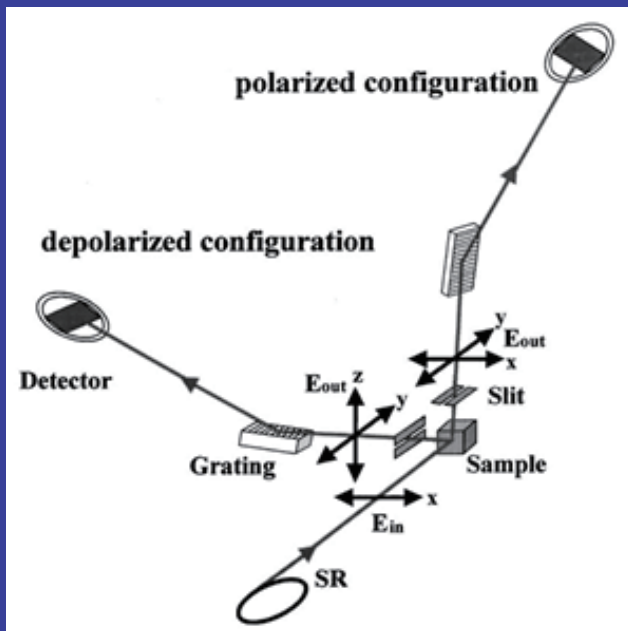


# SXES Spectrometer

SXES Spectrometer  
@PF\_BL2c

Polarized Configuration

SR →



Detector

Grating  
Sample



# 改造1: 計測系の更新

コンピュータ&IFの更新

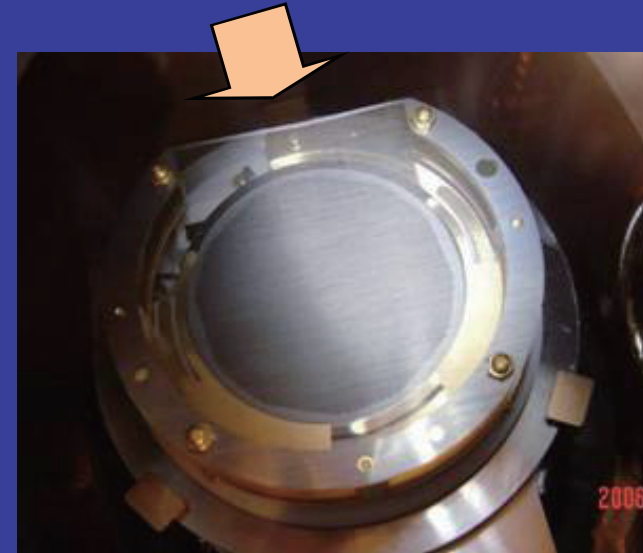
⇒ 効率5割り増し

測定プログラムの更新(2D測定)

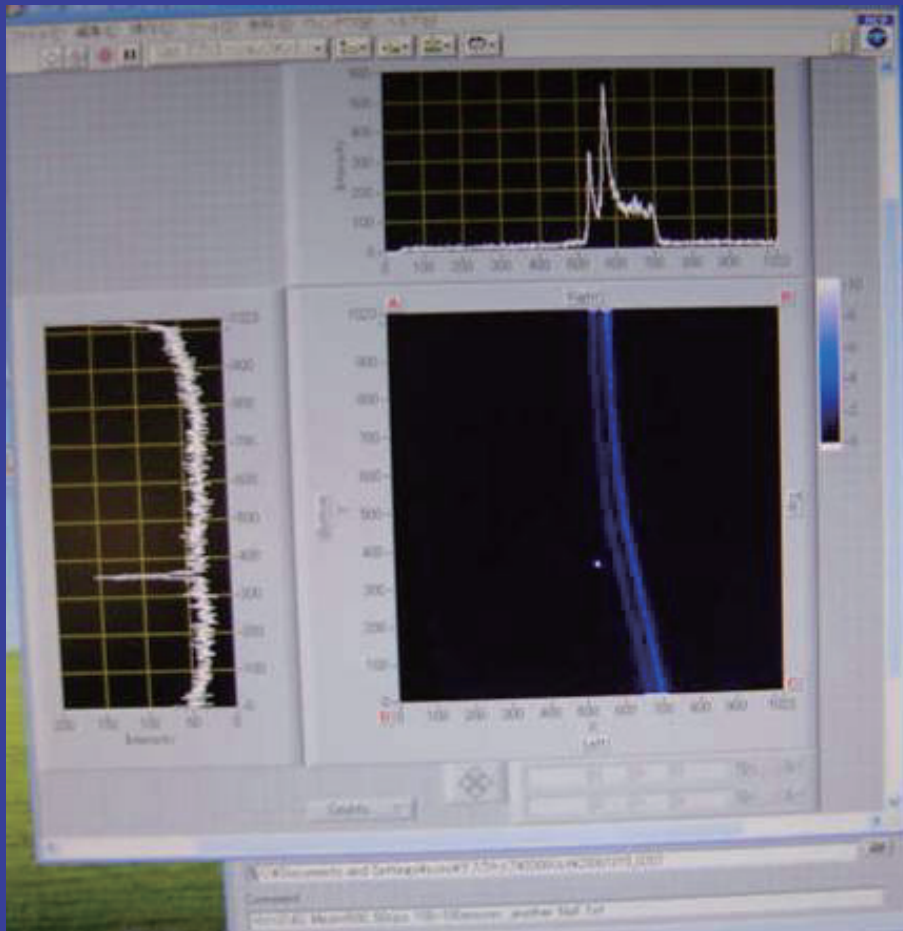
⇒ 積分パラメータの可視化

Hot Spotの除去

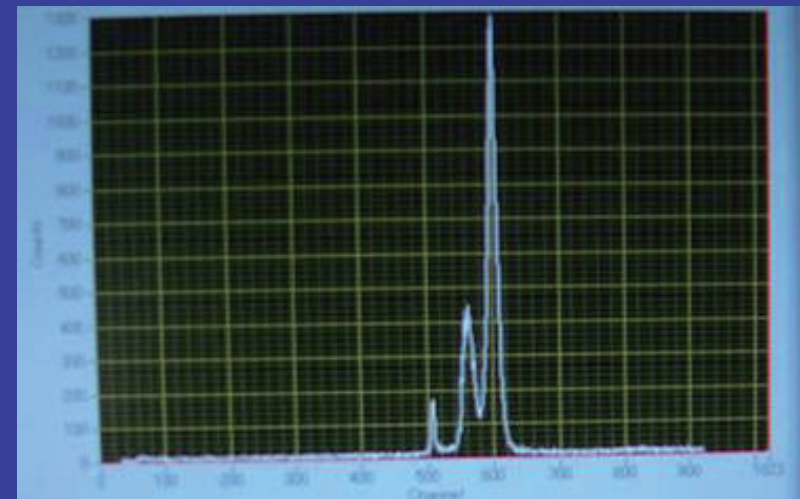
Thanks! Dr. Morimoto



2D Detector (Quanter Tech.)

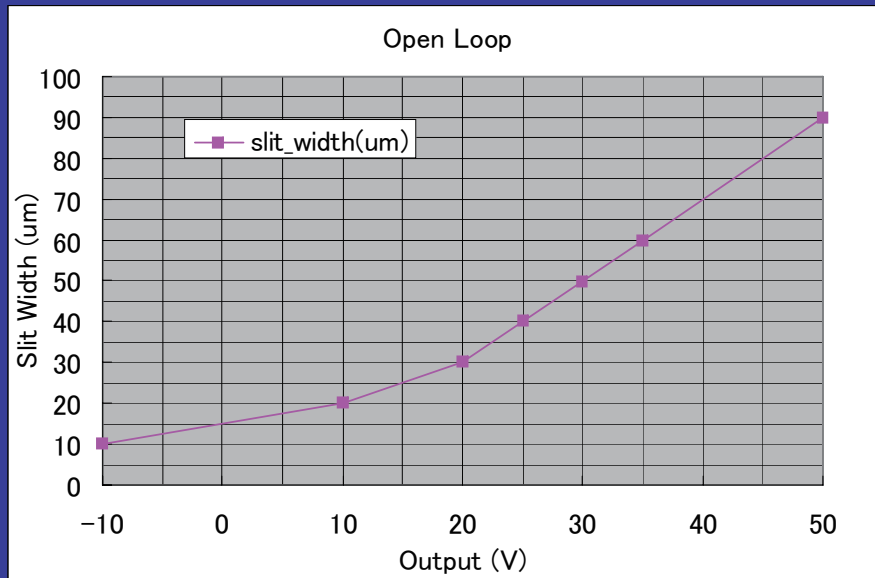


2D Spectrum

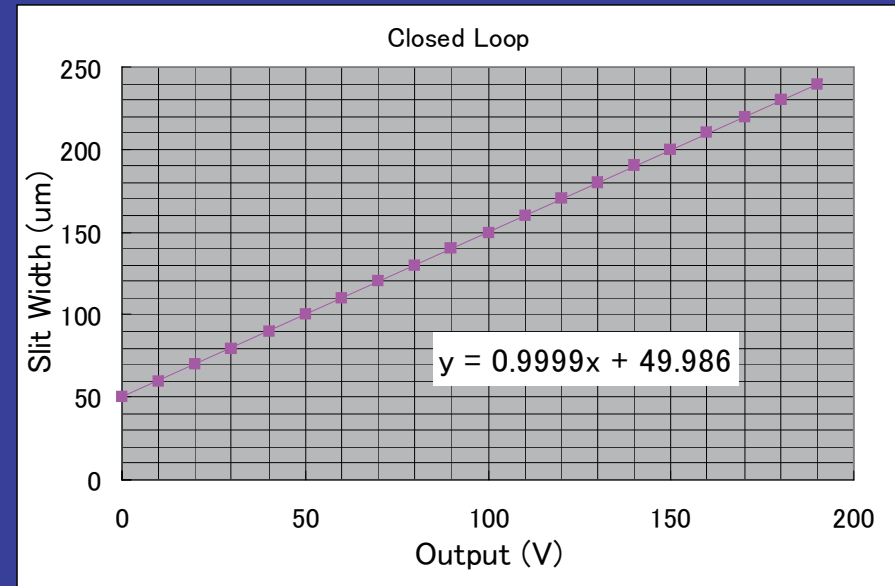


1D Spectrum

# 改造2:スリットの可変化



フィードバック無し



フィードバック有り

ピエゾスリット

改造前はスリットがつぶれていた(<5 $\mu$ m)為、単純比較は不可能  
確実に数倍の明るさ！  
Full Openで部分蛍光収量の測定が可能に。



# 軟X線発光分光の特色

## 利点

- バルク敏感
- サンプル伝導性不要
- 部分状態密度
- サイト選択性
- photon-in photon-out



有効

- 絶縁体(誘電体)
- 多層膜
- 生体・有機物
- 液体
- 励起状態(磁場、電場、etc)

## 欠点

- 強度弱い
- 超高真空仕様にしにくい



あえて

- 薄膜
- 金属
- ナノクラスター

# 今後の展望1

- 励起光の可変偏光化  
(最重要)

- 装置(精密機器)の固定(+温調)

測定効率の向上  
データの信頼性向上  
[偏光]測定の簡素化

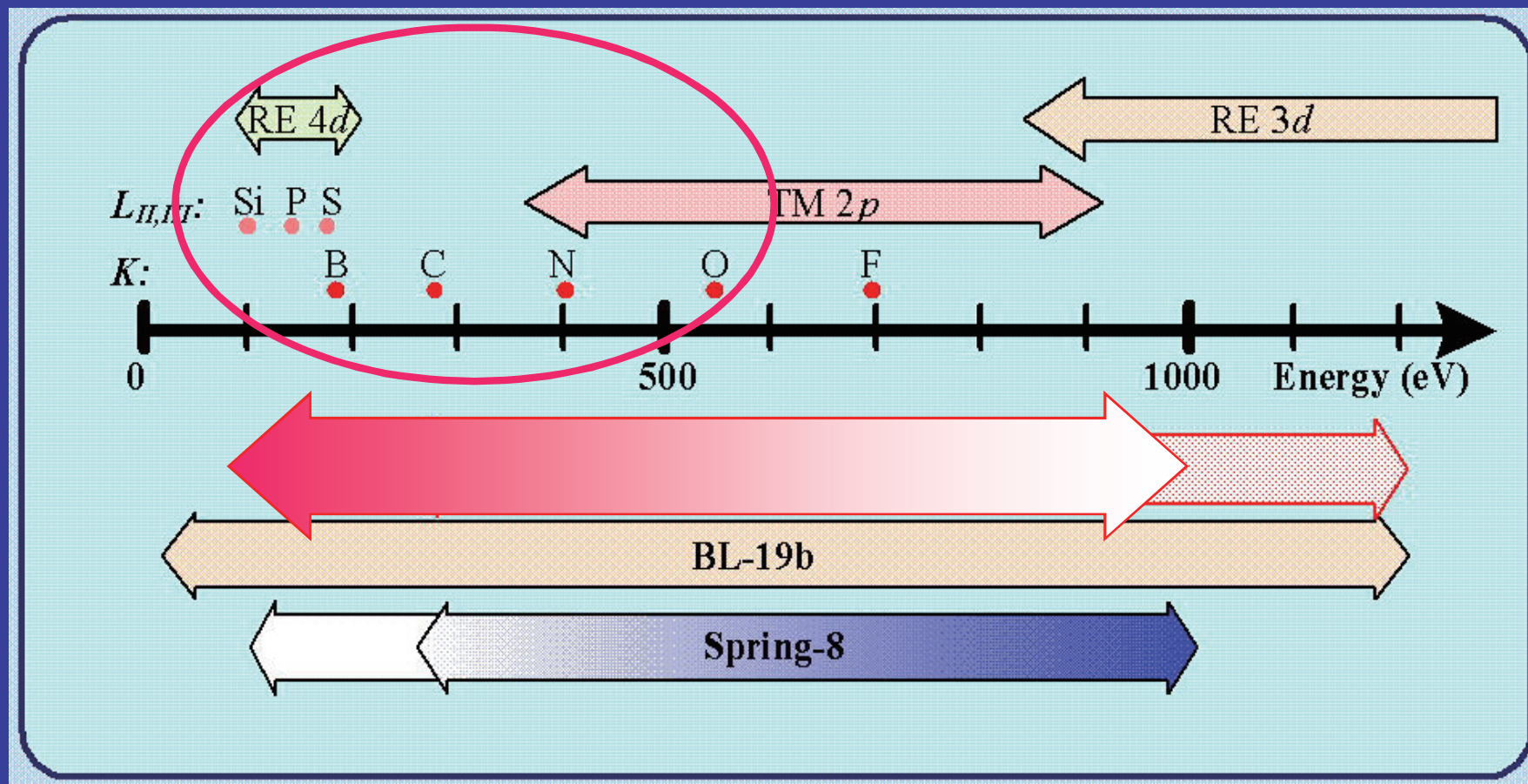
- 励起状態の測定: 磁場下、電場下、光(レーザー)照射 etc  
一部進行中

- 超高真空化 → 光電子との同時計測、表面・界面

- 低温化 → 光誘起相転移等低エネルギーの変化

# 今後の展望2

- エネルギー領域の拡大 → 軽元素 (B, N, C, Si, etc) の測定  
BL-2c : 250~1200 eV → 90~1200 eV (30~1000 eV)  
BL-19b: 10~1200 eV (分解能悪い、老朽化)  
Spring-8: 200~1000 eV (270 eV以上で可変偏光)



# 今後の展望3

- 高分解能化  
低エネルギーの素励起の測定  
*d-d*励起、orbitoron、phonon、etc
- 時間分解  $\iff$  SP8で開始  
蛍光と散乱の分離  
蛍光の時間依存性
- 角度分解 ( $q$ -依存性)  
素励起の角度依存性
- 偏光依存性 (発光の偏光解析)  
素励起の対称性