

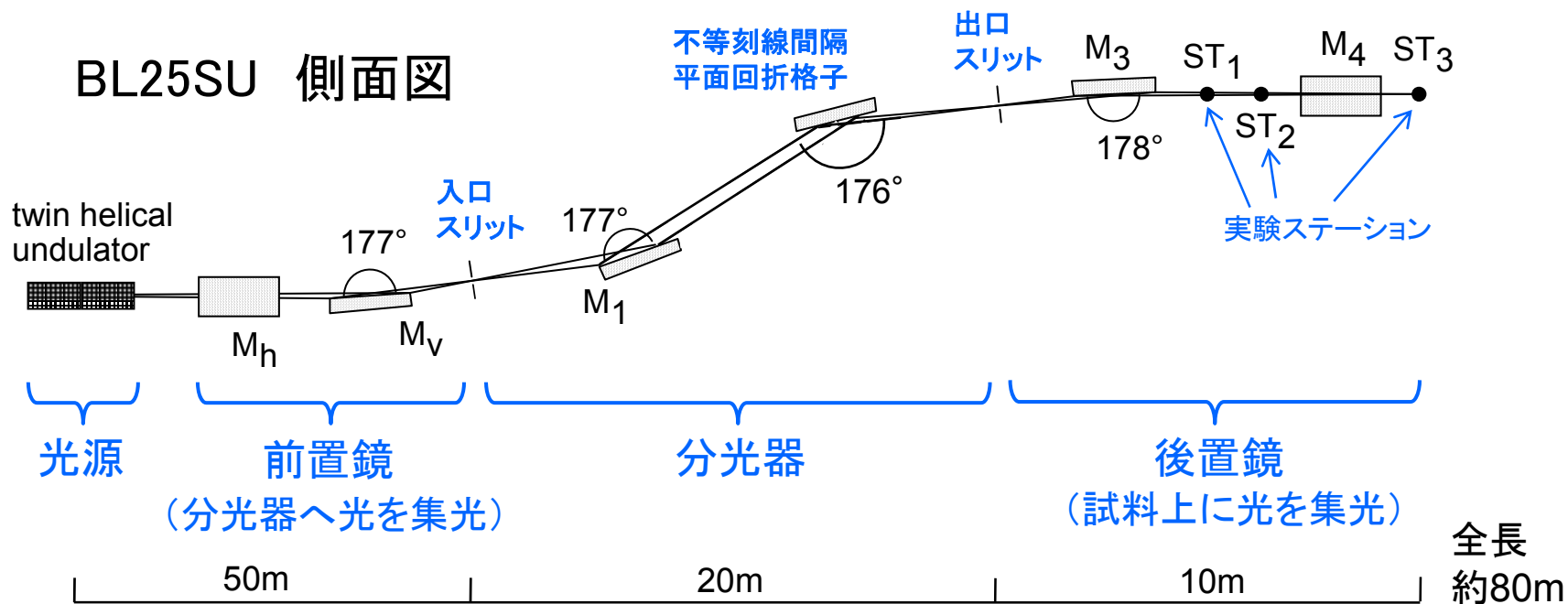
軟X線共用ビームラインにおける 光電子分光法と発光分光法

(財)高輝度光科学研究センター
利用研究促進部門
室 隆桂之

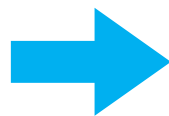
目次

- SPring-8の軟X線の特徴
- 軟X線光電子分光の特徴と実験例
- BL25SUの光電子分光装置
- BL27SUの光電子・発光分光装置
- 軟X線発光分光とその実験例

高輝度を生かした高分解能軟X線ビームライン



光源サイズ
が小さい



分光器スリット
の開口を
小さくできる



高いエネルギー分解能

$E/\Delta E \sim 10,000$

($\Delta E \sim 100\text{meV}$ @1keV)

☆試料上での集光にも有利

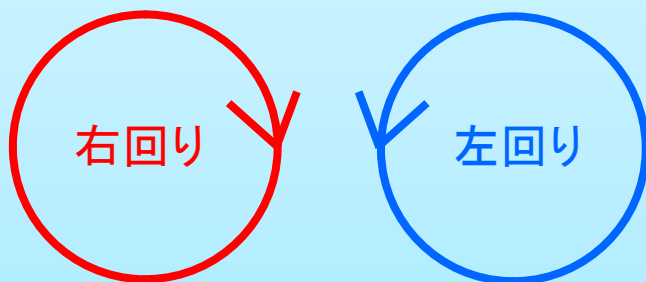
偏光制御を得意とするSP8の軟X線

SPring-8 **original** の 偏光可変挿入光源

BL25SU

光源: Twin Helical Undulator

円偏光の切り替え

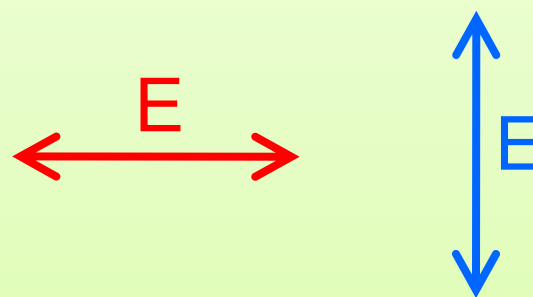


切替: $\leq 10\text{Hz}$

BL27SU

光源: Figure-8 Undulator

直線偏光の切り替え



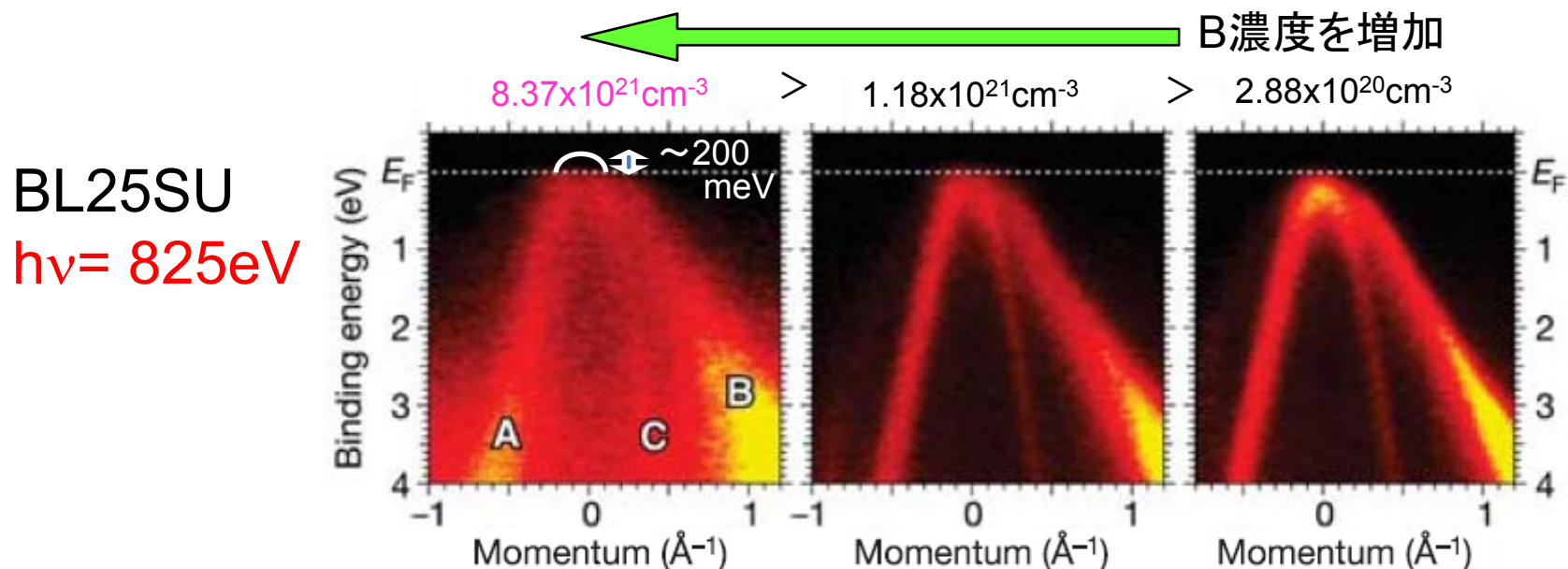
切替: $\sim 1\text{min.}$

SPring-8の軟X線 特徴まとめ

- 高いエネルギー分解能
光電子分光 ← プログラム1
- 良く集光された光
光電子顕微鏡 ← プログラム3
(微小領域赤外分光 ← プログラム5)
- 広いエネルギー領域
軟X線XAFS ← プログラム4
- 偏光制御
磁気円二色性(MCD) ← プログラム2

高分解能の軟X線で見える電子状態

SPring-8の軟X線角度分解光電子分光(ARPES)で観測された
高濃度Bドーパダイヤモンドの電子状態変化



試料: 高濃度Bダイヤモンド単結晶薄膜

高周波プラズマCVD法で単結晶基板(111)上にホモエピタキシャル成長

試料作製法: Y. Takano *et al.*, Appl. Phys. Lett. 85, 2851 (2004).

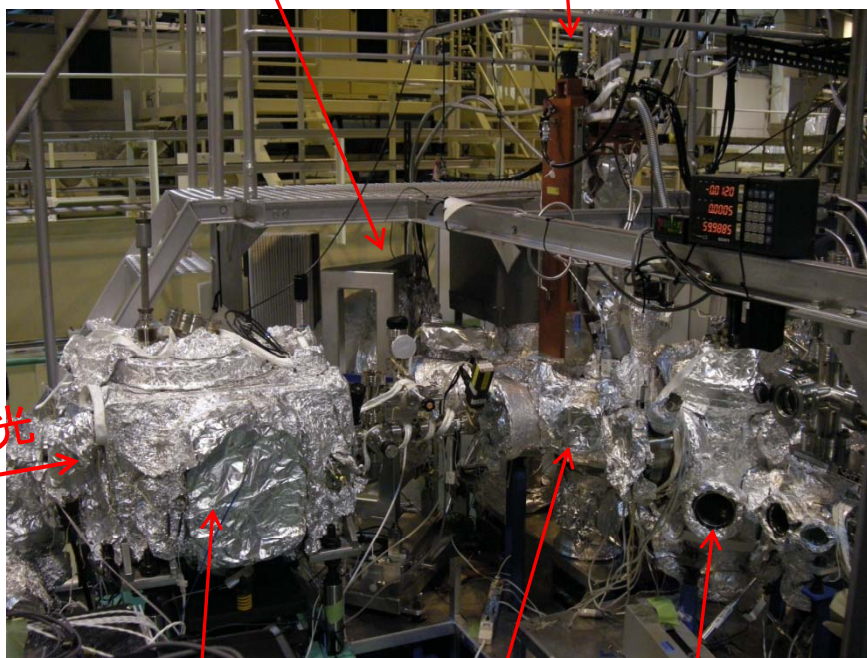
ARPES測定: T. Yokoya *et al.*, Nature 438, 647 (2005)

SPring-8の高分解能の軟X線を用いて初めて可能となった

BL25SUの光電子分光装置

光電子
アナライザー

XYZθ
試料マニピュレータ



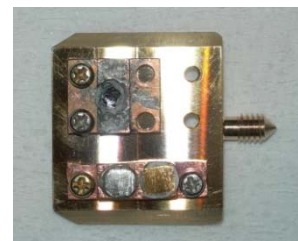
放射光

後置集光鏡

測定槽

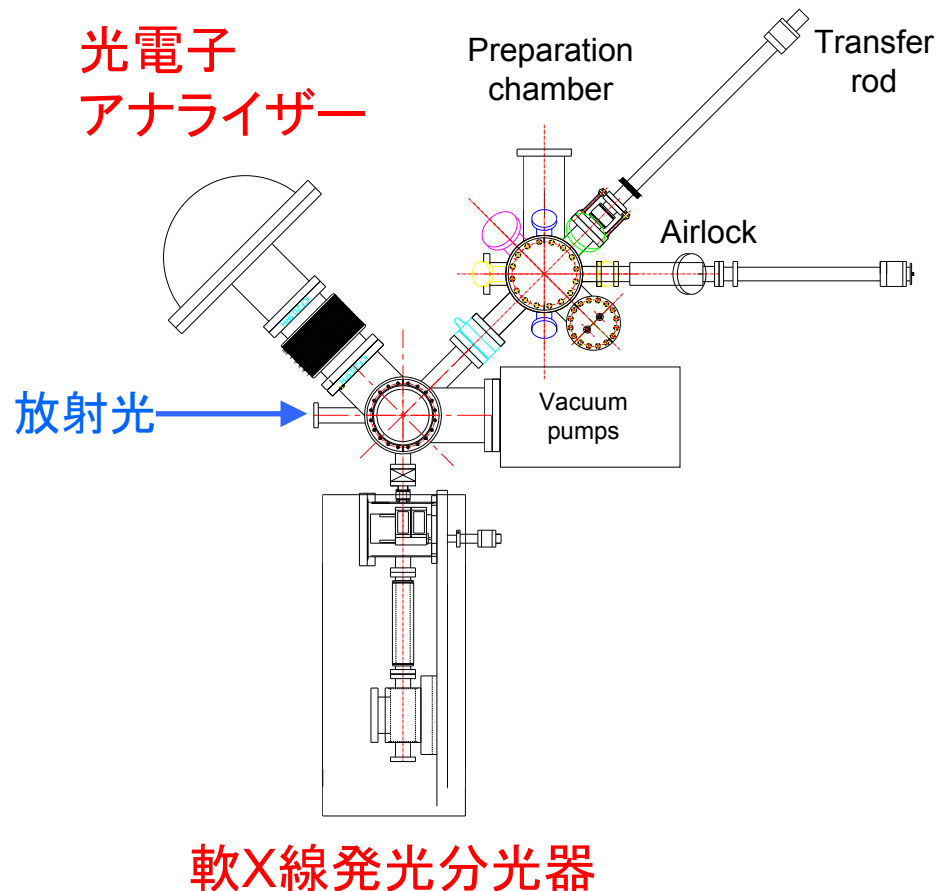
試料準備槽

- $h\nu$: 200 eV ~ 2,000eV
($E/\Delta E = \sim 10,000$)
- 試料上での光スポット $\sim \phi 200 \mu\text{m}$
- アナライザー
VGシエンタ社製 SES200
($E_k \leq 1500\text{eV}$)
- **ARPESが可能**
- 試料温度: 20 ~ 300K
- In-situ 試料準備(清浄表面出し)
試料劈開 or 破断、試料アニール、
イオンボンバード、試料蒸着



試料キャリアー
(エアロックから導入)
真空用接着剤、
カーボンテープ等で
試料貼付

BL27SU 光電子分光・発光分光装置

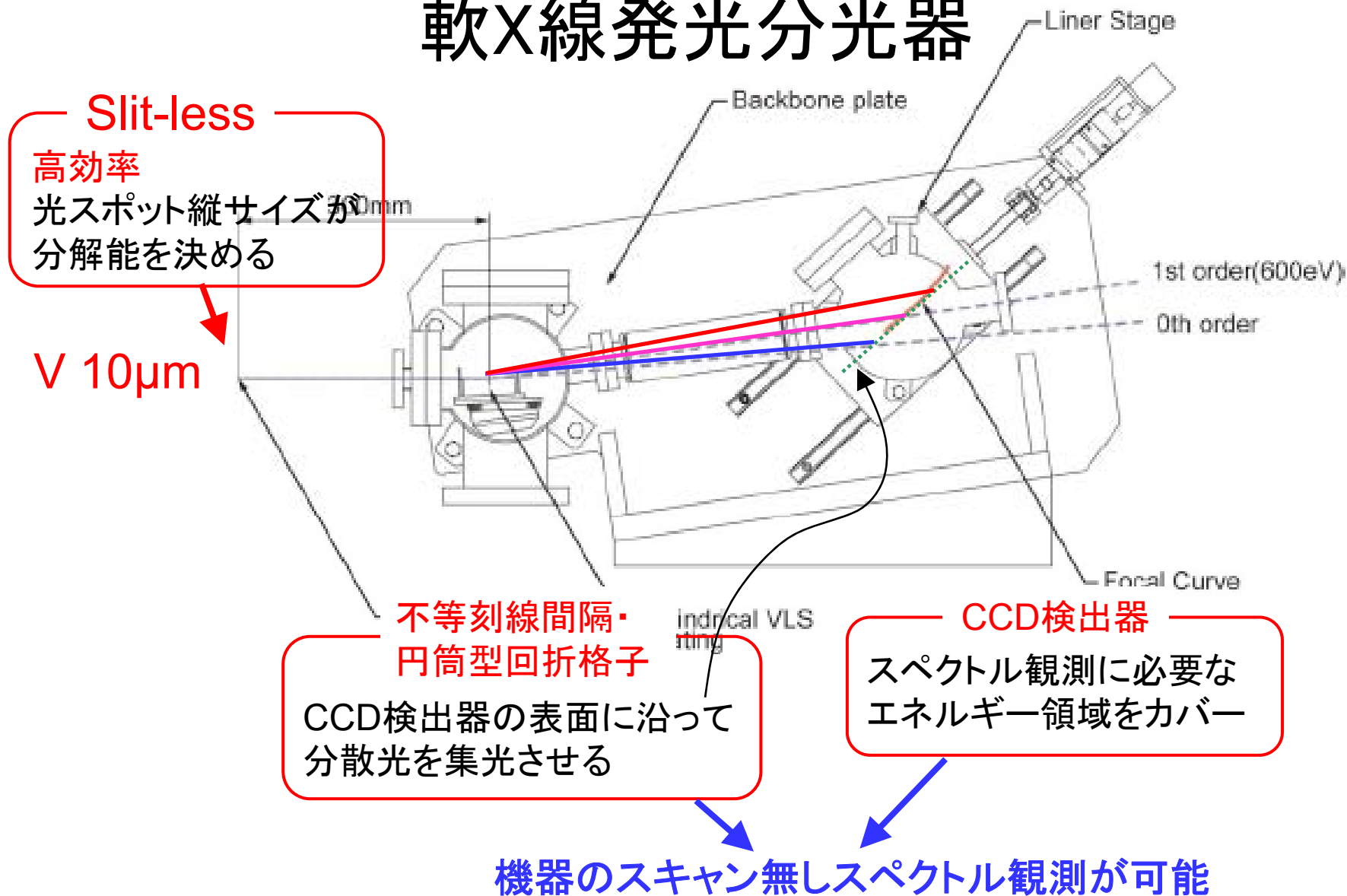


- ・ $h\nu$: 縦偏光 170 ~ 2,800eV
水平偏光 300 ~ 2,800eV
($E/\Delta E = \sim 10,000$)
- ・ 試料上での光サイズ
 $V 10\mu\text{m} \times H 100\mu\text{m}$
- ・ 試料温度: 12 ~ 300K
- ・ 光電子アナライザー
SPECS社製 PHOIBOS 150
 $E_K \leq 3500 \text{ eV}$
現状、ARPESには対応しない
- ・ 蛍光収量法によるXAFS測定



MCP蛍光ディテクター
本日 プログラム4
(為則)

軟X線発光分光器



T. Tokushima, Y. Harada, H. Ohashi, Y. Senba, and S. Shin
Rev. Sci. Instrum. 77, 063107 (2006).

軟X線発光分光の特徴

- 光電子に比べてバルク敏感 (photon-in/photon-out)
- **絶縁体**試料が可能 (光電子分光には無い特徴)
- 分解能は現在のところ光電子分光より悪い
発光 : $\Delta E = 350 \text{ meV}$ @ 500 eV \leftrightarrow 光電子 : $\Delta E = 70 \text{ meV}$ @ 500 eV
- **価電子帯の電子状態**観測が可能
しかも、**元素選択的**に観測できる。
(例 : SiO_2 酸化膜の O 2p部分状態密度の観測)

SPring-8の軟X線光電子分光・発光分光 まとめ

軟X線光電子分光

- 高いエネルギー分解能
- 表面からバルクまでの検出領域
- ARPESを用いたバンド分散観測
- 共鳴光電子分光

軟X線発光分光

- 高いバルク敏感性
- 絶縁体
- 価電子帯電子構造
元素選択的