

照射・結晶構造ビームライン BL09 のビーム幅拡大(II)

石地耕太朗, 岡島敏浩

九州シンクロトロン光研究センター

SAGA-LS 照射・結晶構造ビームライン BL09 では、X 線露光、放射線による変異育種、X 線トポグラフィー実験が行われる。これまでビームライン末端でのビーム幅は 110 mm(ビーム取り込み角度 4.8 mrad)だったが、効率向上のためには幅広いビームが望ましい。そこで、ビーム幅を拡大することにした。ビームラインを大きく改造する必要があり、1 年目は基幹部、2 年目は輸送部の改造を行った。前回は 1 年目の改造を報告したので、今回は 2 年目について報告する。

図に改造前後の BL09 マップを示す。1 年目で分岐ミラーからリング壁貫通管の撤去と更新、B ライン(極紫外光)の撤去を行った。B ラインの撤去で 17.1 mrad のビームを取り込むことができる。2 年目で輸送部の機器の撤去と更新を行った。今回の改造では、ビームライン中流(光源から 12.6 m)に Si(111)チャンネルカットモノクロメーター(CCM)槽を設置し、白色ビームの 1/3 程度を単色化できるようにした。改造後、ビームライン末端(23.2 m)で 395 mm 幅の白色ビーム、128 mm 幅の単色ビームを確認した。

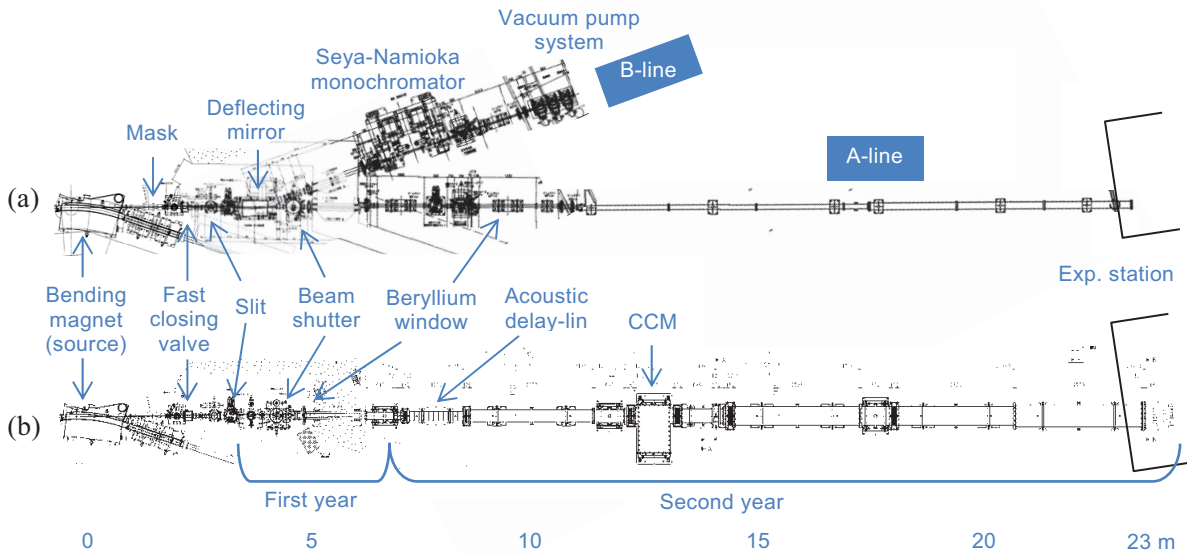


図 改造前後の BL09 マップ。(a)改造前, (b)改造後

はじめに

SAGA-LSの照射・結晶構造ビームラインBL09では、主にX線露光実験、照射効果実験(植物体の放射線変異)、X線トポグラフィ実験が行われる。しかし、実験ステーションで110 mmのビーム幅はこれらの実験にとって十分ではなく、ビーム幅拡大が望まれている。そこで、BL09を改造してビーム幅拡大を計画した。2年がかりの計画で、今回は2年目である。

改造

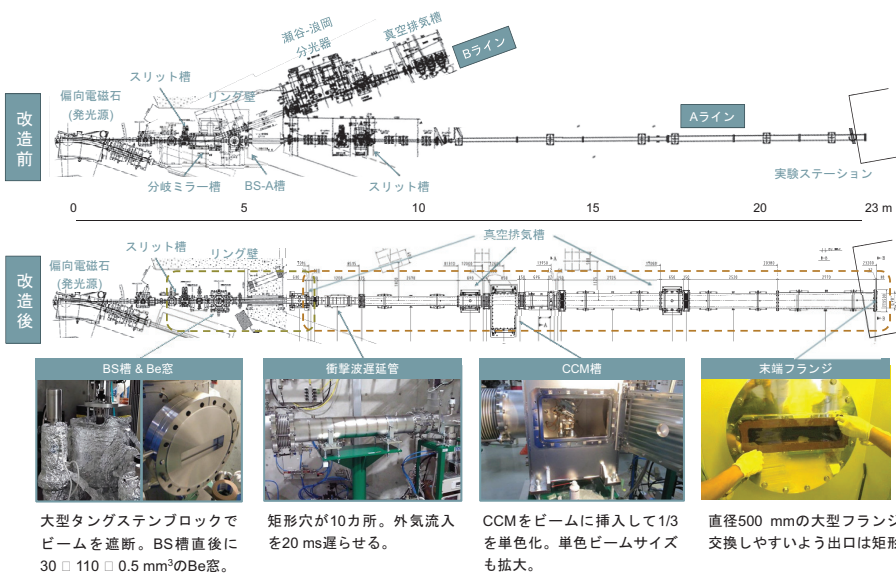


図1 改造前後のBL09図面と新製品の写真。

[改造前]

- 最上流マスクで17.1 mradのビーム取り込み角度だが、分岐ミラーでAライン(白色ビーム)とBライン(極紫外光)に分岐[1]。
- Aライン末端(光源点から23.2 m)で幅110 mm程度の白色ビーム。
- X線トポグラフィ装置付属のSiチャンネルカットモノクロメーター(CCM)で単色化[2]。その幅70 mm。

[改造後]

- 1年目で基幹部改造とBラインの撤去。輸送部は改造せず。
- 主要な新製品はビームシャッター(BS)槽、ベリリウム(Be)窓、衝撃波遅延管、CCM槽など。
- CCM槽を中流に設置し、白色ビームの1/3を単色化。退避/挿入が可能。CCMの第1結晶を水冷。
- ビーム幅拡大に伴い実験ステーションの部屋も拡大。

ビーム評価

拡大した白色・単色ビームをイメージングプレート(IP)で確認。白色ビームでは10 mm厚アルミ板、10 keV単色ビームでは0.9 mm厚アルミをフィルターとして用い、10秒露光。

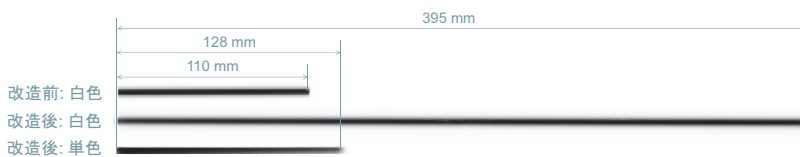


図2 BL09のビームサイズ(実寸大, IP撮影)。

- 白色ビームで395 mm幅, 単色ビームで128 mm幅。計算値(396.6 mmと128.8 mm)と良く一致。
- 水平方向で単色ビーム強度がやや傾斜。CCMの第1結晶面と第2結晶面の平行性にわずかなズレがあると考えられる。

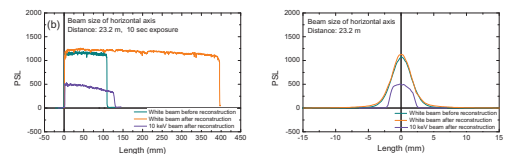


図3 ビームの縦プロファイル(左)と横プロファイル(右)。緑: 改造前の白色ビーム、橙: 改造後の白色ビーム、紫: 改造後の10 keVビーム。Photo-stimulated luminescence (PSL)はIP読取機による富士フィルム固有の単位。

まとめ

- BL09はAライン(白色光)とBライン(極紫外光)に分かれていたが、ビーム幅拡大のためBラインを撤去し、Aラインを改造した。
- 今回の改造の特徴として、中流にCCM槽を設置し、白色ビームの1/3程度を単色化できるようにした。
- 白色ビーム幅395 mm, 単色ビーム幅128 mmを確認。計算通りのサイズ。

[1] T. Tanaka, et al., AIP Conf. Proc. 879, 559 (2007).

[2] K. Ishiji, et al., Phys. Stat. Solidi A . 208, 2516 (2011).