

SPring-8/SACLAの近況

(公財) 高輝度光科学研究センター (JASRI)
放射光利用研究基盤センター
河村 直己, 坂田 修身

理化学研究所 放射光科学研究センター (RSC)
矢橋 牧名

内容

- **SPring-8-II**

- コアコンセプト
- 光源・基幹部・制御系の状況
- ビームライン再編の状況 (共用BL関連)

- **SPring-8/SACLA**

- SACLAの現状と利用状況
- FY2025運転計画
- 利用制度の改正について

- **第25回 SPring-8 夏の学校**

- 参加登録: 2025年4月7日～5月14日(予定)
- 開催期間: 2025年7月6日～7月9日

SPring-8-II

(参考)

第7回 特定放射光施設BLsアップグレード検討ワークショップ

SPring-8の高度化 (SPring-8-II)

資料1
 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会量子科学技術委員会
 量子ビーム利用推進小委員会(第57回)令和6年12月19日
 令和6年度補正予算額 170億円



現状・課題

- 大型放射光施設SPring-8は共用開始から25年以上が経過し、施設の老朽化のほか、諸外国で硬X線領域の放射光施設の第4世代への高度化が進む中、性能の面でも後れを取りつつある。
- 2030年頃に迎える次世代半導体の量産やGX社会の実現など産業・社会の大きな転機を見据え、これに間に合うよう**現行の100倍の輝度をもつ世界最高峰の放射光施設を目指し**、我が国の放射光施設におけるフラッグシップの位置付けとして**アップグレードが必須**。

【統合イノベーション戦略2024 (令和6年6月14日閣議決定)】
 大型放射光施設SPring-8は共用開始から25年以上が経過し、性能面で海外施設に遅れを取りつつあることから、次世代半導体やGX社会の実現などの産業・社会の転機を見据えて、**現行の100倍の輝度をもつ世界最高峰の放射光施設を目指し、SPring-8-IIの整備に着手する** (掲)

【新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画 2024年改訂版 (令和6年6月21日閣議決定)】
 スプリング・エイト(SPring-8: 理化学研究所が設置する大型放射光施設)やナノテラス(※)の整備・活用・高度化を図る。

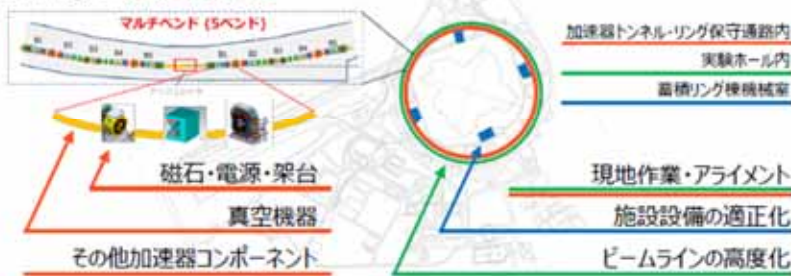
【経済財政運営と改革の基本方針2024 (令和6年6月21日閣議決定)】
 官民共同の仕組み等による大型研究施設の戦略的な整備・活用・高度化の推進(中略)を図る (掲)
 ……(略)……
 228 大型放射光施設SPring-8及びNanoTerasuやスーパーコンピュータ「富岳」等。(掲)

事業内容

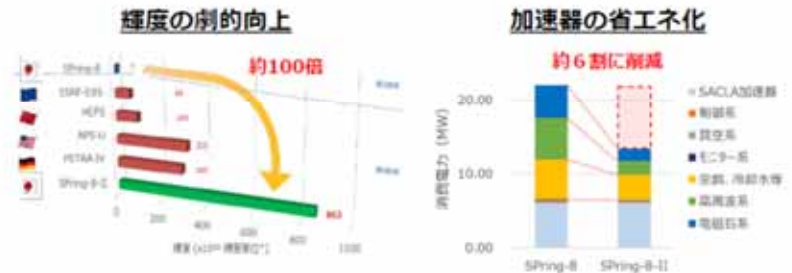
- 現行のSPring-8の約100倍の最高輝度を誇る世界トップ性能を目指し、第4世代の加速器テクノロジーや省エネルギー技術を導入する。NanoTerasuの整備で得られた知見を活かし、**約1年間の停止期間を含む5年間でSPring-8-IIの整備を行う**。

事業実施期間 令和6年度～令和10年度(予定) 交付先 (国研) 理化学研究所

【SPring-8の高度化概要】



【技術革新の例】



期待される成果

- SPring-8-IIから生み出される高輝度な放射光を利用することで、**従来よりも高精細なデータが短時間で取得可能になり、ビッグデータ時代の研究開発に対応可能**となる。
- 上記によって、**次世代半導体の検査・分析や、燃料電池の研究開発、サーキュラーエコノミーの実現やバイオモノづくり**等に大きく貢献することが見込まれる。

(担当: 科学技術・学術政策局研究環境課) 1

SPring-8-II: コアコンセプト

現状より100倍以上明るい世界トップ性能を大幅な省エネと両立させ省コストで実現

世界トップ性能

- 輝度の劇的な向上 (長尺アンジュレータにより輝度世界一)
- 極めて明るい高エネルギーX線の生成 (100倍以上)
- 世界トップのナノビーム・コヒーレント利用技術

加速器テクノロジー

- マルチバンドアクロマット (MBA) 技術による極低エミッタンス
- 極短周期アンジュレータ
- SACLA 線形加速器からのビーム入射

省エネ

- 加速器エネルギーの低減 (8 GeV → 6 GeV)
- 偏向部の永久磁石化
- 冷却系の負荷低減
- 既存入射器の停止

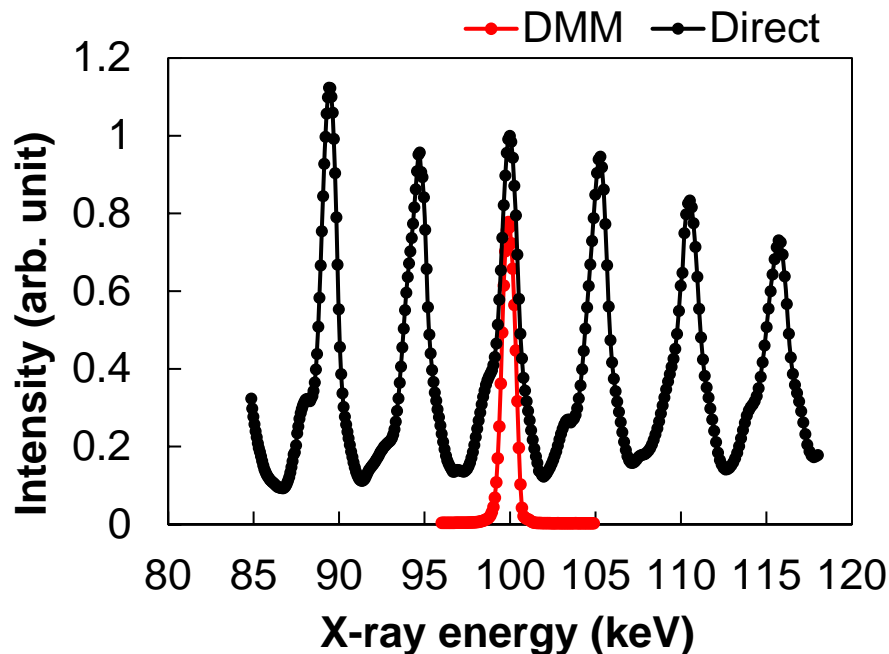
世界最高性能 (A) と サステナブルな施設 (B) の二兎を追う

- (A1) **5BAラティス** + 6 GeV
→ 安定的な極低エミッタンス (~110 pm.rad) の実現
- (A2) 新型のコンパクト・短周期真空封止アンジュレータ (**IVU-II**)
→ 高エネルギー・高輝度X線の生成
- (A3) **30m長直線部** (4箇所) の活用
✓ ダンピングウィグラー (最大2箇所) によるエミッタンスの低減 (~50 pm.rad)
✓ 長尺アンジュレータによる**世界最高輝度**の実現
- (A4) 世界最高水準の**X線光学系・検出器**
- (A5) 偏向磁石BL: **硬X線プロダクションBL**としての活用
- (B1) 加速器: 6 GeV + 偏向磁石の永久磁石化
→ 省エネ
- (B2) 施設系インフラの最適化による省エネ
✓ 冷却系の負荷低減
✓ 液体窒素循環システム
- (B3) SACLA入射
✓ 高品質な電子ビーム入射
✓ 線形加速器・シンクロトロン¹の廃止

SPring-8-II: 新光源 (高エネルギー)

高エネルギーピンクビーム

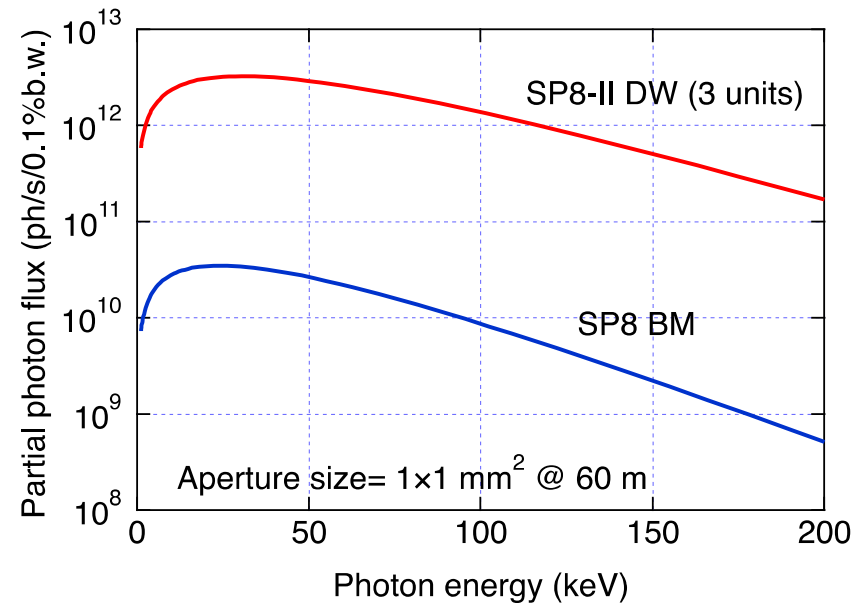
- 100 keV 多層膜ミラー分光器
- 先行 BL05XU での実績
 - ✓ 3.4×10^{13} photons/s
 - ✓ $\Delta E/E = 1.0\%$



H. Yumoto et al. submitted.

ダンピングウィグラー (DW)

- エミッタンス低減のために長直線部に設置
- 高エネルギー領域の白色光源としての活用を検討中
- 現状は直線偏光のみ



※ DW は検討中の暫定値
($\lambda_u = 160 \text{ mm}$ N=14)

SPring-8: ビームライン基幹部 @ SP8-II

● 基幹部のアップグレードと光学系機器の高度化開発

- **超高安定X線分光** 光学系の開発と実用化
 - ✓ 高熱負荷対応 Double Channel Cut Monochromator (DCCM)
 - ✓ フロントエンドスリットの高精度化
- **超高エネルギーX線** 光学系の開発と実用化
 - ✓ 100 keV 多層膜ミラーの大型化 (1.67倍) と冷却機構の改良
 - ✓ 130, 200, 300, 543 keV までのビーム評価試験
- **SPring-8-II に向けた BL 基幹部**の更新計画
 - ✓ SPring-8-II 計画に基づき, 光軸変更に伴う BL 基幹部の更新計画の検討開始
 - ✓ LN₂ 供給設備の整備 (環状配管と4基のCEの接続: 2025.3 完成)

SPring-8: ビームライン制御系 @ SP8-II

• ネットワーク系インフラ整備

• **ビームラインネットワークの高度化**

- ✓ データセンターへの広帯域接続に向けたビームラインネットワークの更新

• **ビームライン制御システムの高度化**

- ✓ スマート実験制御の実現に向けたビームライン制御・データ収集・オンライン解析の基盤システム (BL-774) の導入

• **検出器システムの高度化・利用支援**

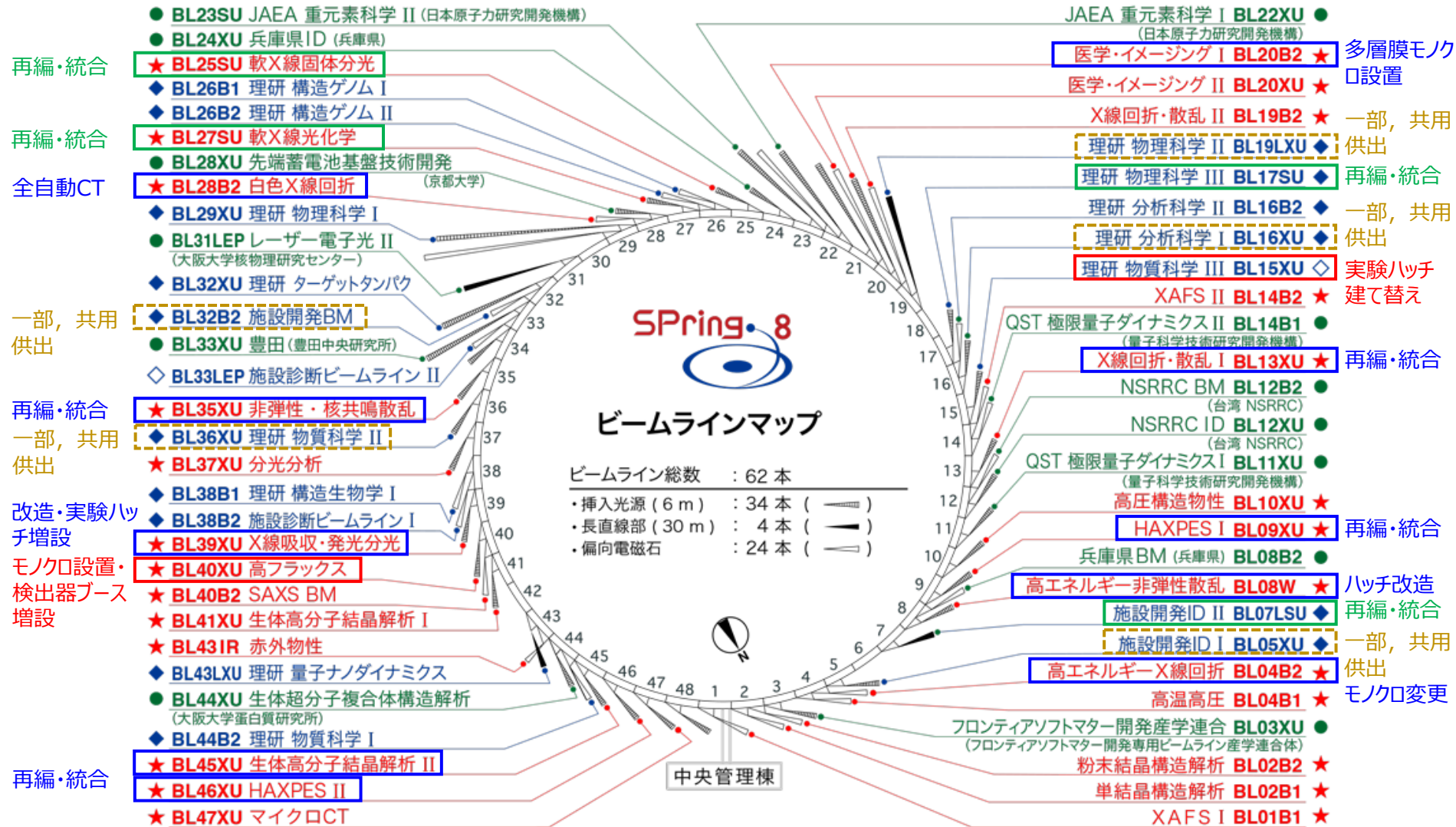
- ✓ 高感度・高速撮像が可能なX線画像検出器 CITIUS の開発
- ✓ 間接型X線画像検出器 DIFRAS の開発 (透過X線用)

• **SPring-8 データセンター運用**

- ✓ 大容量データの高速転送・解析技術の開発
- ✓ ユーザーインターフェース (OpenOnDemand) の導入
- ✓ データ共有サービス (SPring-8 DataFlowService) の開発

ビームライン再編・改造・高度化 (共用BL関連)

完了 進行中 計画中



詳細についてはこちら ▶



ビームライン再編・改造・高度化: 更新 BL

• 更新中の BL:

- BL40XU (2024.12~2025.7)
 - 小角散乱 BL
 - OH & EH の全面改修, ID 更新
 - ピンクビームと単色光 (DCCM) の切替利用
- BL15XU (理研)
 - 100 keV 多層膜分光器 & 集光ミラー
 - 大容量プレス, 高エネルギーXRD

• 更新完了 BL:

- BL39XU
 - X線吸収・発光ビームライン
 - 光学系の刷新, 同軸高次光除去ミラー, 可変偏光二枚移相子
 - 各ニーズに対応した集光光学系の整備
- BL04B2
 - ハイスループット PDF 計測装置
→ 100試料/日以上, 113 keV, 温度: 70~1073 K

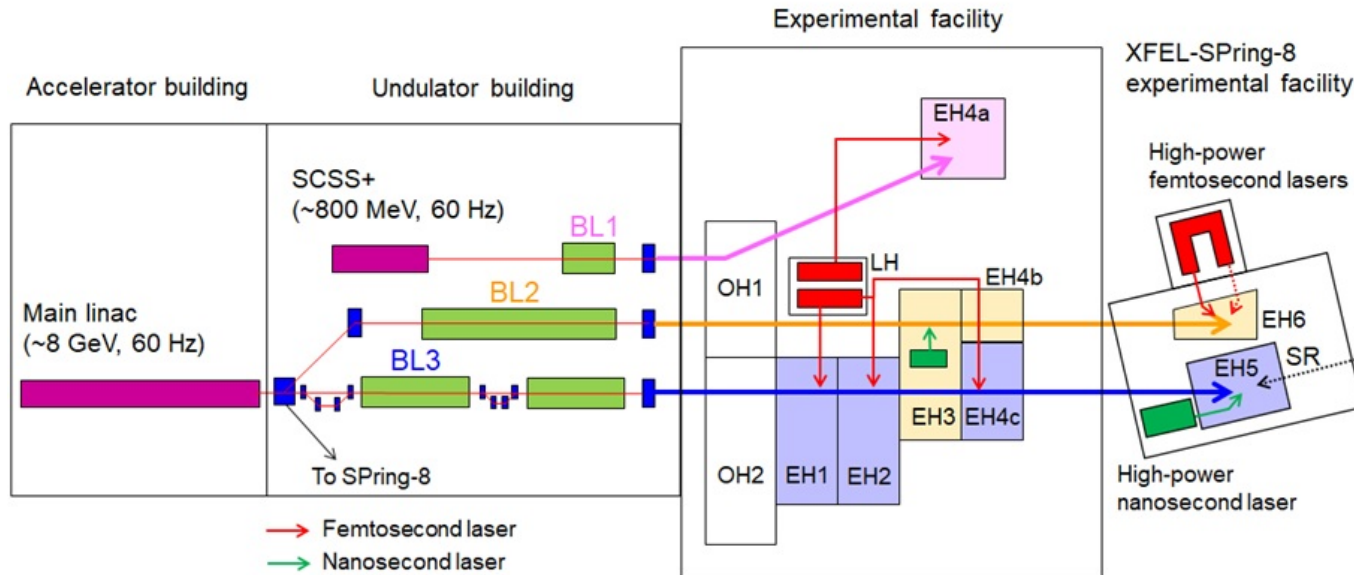
SPring-8/SACLA

SACLAの現状

<http://xfel.riken.jp/index.html>

Overview of SACLA beamlines

S. Owada, et al., JSR **25**, 282 (2018).
K. Tono, et al., JSR **26**, 595 (2019).



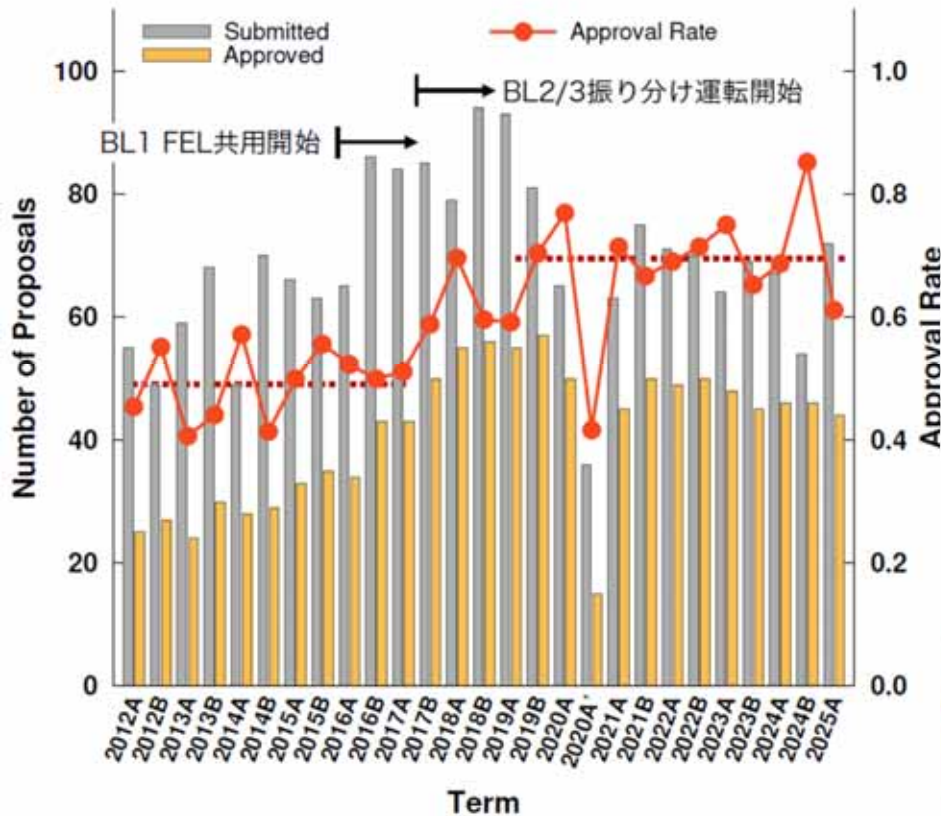
Typical Beam Characteristics		BL1 (SX FEL)	BL2 (HX FEL)	BL3 (HX FEL)
Photon Energy		40-150 eV	4-22 keV	4-22 keV
Pulse Duration		~30 fs	< 10 fs	< 10 fs
Pink Beam	Band Width ($\Delta E/E$)	~10 ⁻²	~3 × 10 ⁻³	~3 × 10 ⁻³
	Pulse Energy	~90 μJ @ 100 eV	~500 μJ @ 10 keV	~700 μJ @ 10 keV
Mono. Beam (Si 111 DCM)	Band Width ($\Delta E/E$)	NA	1.3 × 10 ⁻⁴	1.3 × 10 ⁻⁴
	Pulse Energy	NA	~10 μJ @ 10 keV	~10-50 μJ @ 10 keV
Repetition Rate		60 Hz	30 Hz (Max. 60 Hz)	30 Hz (Max. 60 Hz)
Special Operation Modes		NA	NA	Self-seeding Two-color Double-pulses

SACLAの利用状況

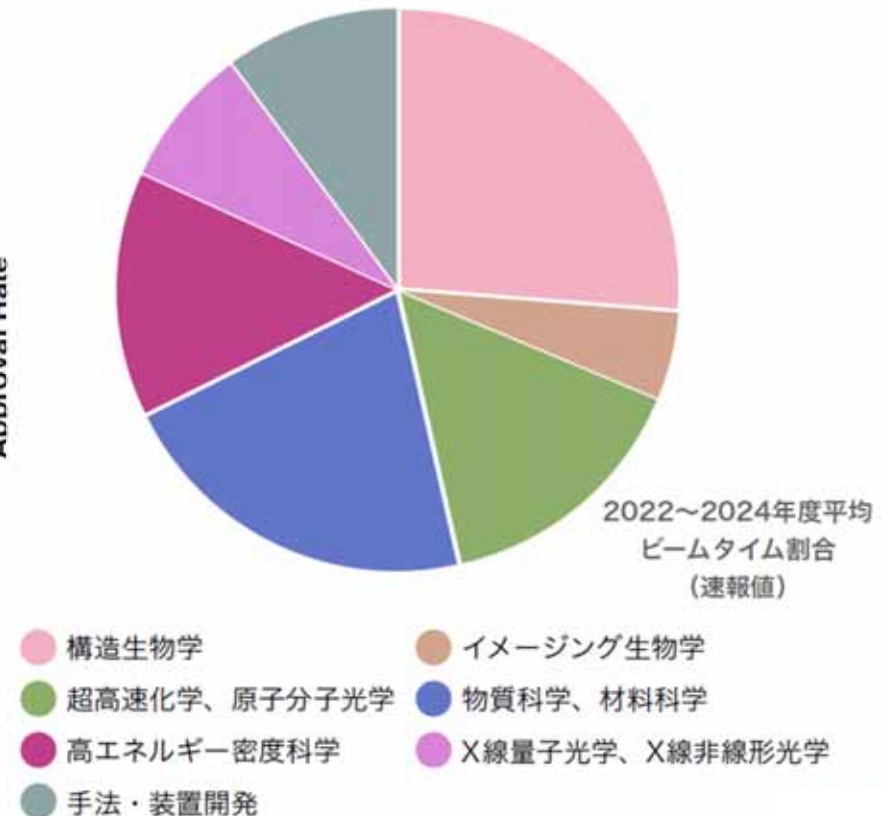
● 課題採択件数・採択率・利用分野:

- 申請数は 70 件程度, 採択率は近年は横ばい (~70%)
- 利用分野: 構造生物学・物理系が多い

採択件数・採択率推移



利用分野 (HX-BL)



2022~2024年度平均
ビームタイム割合
(速報値)

SPring-8/SACLA運転計画

● 2025A期運転計画

ユーザー利用時間

SPring-8 : **A: 2,008時間** / B: 2,456時間 (案)

SACLA : **A: 1,992時間** / B: 2,352時間 (案)

2025年度 (案)

SPring-8: 総運転時間 5,184時間 / ユーザー利用 4,464時間

SACLA: 総運転時間 5,808時間 / ユーザー利用 4,344時間

<参考> 2024年度

SPring-8: 総運転時間 5,187時間 / ユーザー利用 4,440時間

SACLA: 総運転時間 5,808時間 / ユーザー利用 4,512時間



利用制度の改正

1. 利用料収入の位置づけの再定義および料金体系の改正:

「運営費回収方式」+ 施設提供サービス等 (受益者負担)

2. 成果準公開利用の導入: SPring-8 の認知度向上へ

企業ユーザーの成果公開: プレスリリース・学会発表を選択

「プロモーション利用」(試行)

3. 消耗品費実費負担の改正:

諸経費の高騰・ユーザーサービスの拡充

データ取得効率の向上を見据えた実験の自動化等 (DX)



2025A期からの利用料金

~FY2024

2025A~

共用課題の利用料金等（2024年4月1日現在）

共用課題の利用料金等（2025A期以降の利用料金）

専有/非専有	課題種	チーム等使用料	優先利用料	消耗品実費負担額分*
成果専有利用	成果専有課題（SPring-8）	480,000円	なし	10,720円
	成果専有課題（CryoTEM）	80,000円		
	測定代行課題（SPring-8）	720,000円		
	時期指定課題（SPring-8）			
	時期指定課題（CryoTEM）	120,000円		
成果非専有利用	一般課題	免除	なし	免除**
	緊急・特別課題		なし	
	成果公開優先利用課題（SPring-8）		131,000円	
	成果公開優先利用課題（CryoTEM）		22,000円	
	大学院生提案型課題		なし	
	大学院生提案型課題（長期型）		なし	

測定代行
募集時期

準公開
の新設

専有/非専有	課題種	チーム等使用料	優先利用料	消耗品実費負担額分*
成果専有利用	成果専有課題（SPring-8）	480,000円	なし	12,400円
	成果専有課題（CryoTEM）	80,000円		
	時期指定課題（SPring-8）	720,000円		
	時期指定課題（CryoTEM）	120,000円		
	測定代行課題（SPring-8/定期募集）	720,000円		
成果非専有利用	測定代行課題（SPring-8/時期指定）	960,000円	なし	144,000円
	一般課題	免除		
	緊急・特別課題			
	成果公開優先利用課題（SPring-8）			
	成果公開優先利用課題（SPring-8/成果準公開利用）			
	成果公開優先利用課題（CryoTEM）			
	大学院生提案型課題			
大学院生提案型課題（長期型）				

消耗品費
金額変更

優先利用
金額変更

1シフト（8時間）あたりの料金になります。
税込価格となります。
*従量分（液体ヘリウム）を利用した場合、別途費用がかかります。
**国内の大学に所属する方のみが免除の対象となります。

消耗品実費負担従量分	
液体ヘリウム	9,540円/リットル（税込）

1シフト（8時間）あたりの料金になります。
税込価格となります。
*従量分（液体ヘリウム）を利用した場合、別途費用がかかります。
**国内の大学に所属する方のみが免除の対象となります。

消耗品実費負担従量分	
液体ヘリウム	未定
試料調製サービス	未定

第25回 SPring-8 夏の学校

第25回 SPring-8 夏の学校

- 参加登録: 2025年4月7日～5月14日(予定) <http://www.spring8.or.jp/ja/>
- 開催期間: 2025年7月6日～7月9日



カリキュラム概要

- 基礎講義 (2日間)
- ビームライン実習 (2日間)

対象

- 大学院博士前期課程の学生
- 大学学部4年生

募集定員

- 80 名程度

参加費

- 無料 (交通費・宿泊費等は自己負担)

人材育成 (学生)

- ✓ SACLA大学院生研究支援プログラム
- ✓ SPring-8大学院生提案型課題