

特定放射光施設 第7回 BLsアップグレード検討ワークショップ

# SPring-8-II における BLポートフォリオの検討

## 概要

理化学研究所 放射光科学研究センター  
矢橋 牧名

2025年3月1日 UDX ギャラリーネクスト秋葉原

# フォーマット

	現状報告	現在・短期展望	中期展望
SP8	SP8マター	事前協議	SP8マター
SPRUC		事前協議	SPRUCマター
NT	NTマター		NTマター

- 中期戦略・将来構想の枠 (数年程度の時間スケール)
- 各施設・**SPRUC**がある程度フリーハンドでプレゼンを行い、フィードバックを募る。
- 但し、即時のフィードバックである必要はなく、数ヶ月から年単位のスパンで構わない

# SPring-8-IIに向けた取り組み: 2024年の動き

- 3月 文科省量子ビーム小委「SPring-8高度化に関するタスクフォース報告書」
- 4月 高度化開発費 (3億円) による加速器のプロトタイプシステムの開発 (2024年度予算)
- 5月 国際レビューを実施、プロジェクトの速やかな開始が推奨される
- 8月 SPring-8-II加速器・光源の設計論文の出版 (JSR)
- 12月 文科省量子ビーム小委「SPring-8/SACLA 中間評価報告書」
- 12月 SPring-8-II 整備の開始決定 (R6年度補正: 170億円)

research papers



JOURNAL OF  
SYNCHROTRON  
RADIATION

ISSN 1600-5775

Received 25 June 2024  
Accepted 22 August 2024

Edited by K. Kvashnina, ESRF – The European  
Synchrotron, France

## Green upgrading of SPring-8 to produce stable, ultrabrilliant hard X-ray beams

Hitoshi Tanaka,<sup>a</sup> Takahiro Watanabe,<sup>b,a\*</sup> Toshinori Abe,<sup>b</sup> Noriyoshi Azumi,<sup>b</sup> Tsuyoshi Aoki,<sup>b</sup> Hideki Dewa,<sup>b</sup> Takahiro Fujita,<sup>b</sup> Kenji Fukami,<sup>b,a</sup> Toru Fukui,<sup>a</sup> Toru Hara,<sup>a</sup> Toshihiko Hiraiwa,<sup>a</sup> Kei Imamura,<sup>b</sup> Takahiro Inagaki,<sup>a,b</sup> Eito Iwai,<sup>b,a</sup> Akihiro Kagamihata,<sup>b</sup> Morihiro Kawase,<sup>b</sup> Yuichiro Kida,<sup>b</sup> Chikara Kondo,<sup>b,a</sup> Hirokazu Maesaka,<sup>a,b</sup> Tamotsu Magome,<sup>b</sup> Mitsuhiro Masaki,<sup>b</sup> Takemasa Masuda,<sup>b</sup> Shinichi Matsubara,<sup>b</sup> Sakuo Matsui,<sup>a</sup> Takashi Ohshima,<sup>b,a</sup> Masaya Oishi,<sup>b,a</sup> Takamitsu Seike,<sup>b</sup> Masazumi Shoji,<sup>b,a</sup> Kouichi Soutome,<sup>a,b</sup> Takashi Sugimoto,<sup>b,a</sup> Shinji Suzuki,<sup>b</sup> Minoru Tajima,<sup>b</sup> Shiro Takano,<sup>b,a</sup> Kazuhiro Tamura,<sup>b,a</sup> Takashi Tanaka,<sup>a,b</sup> Tsutomu Taniuchi,<sup>b</sup> Yukiko Taniuchi,<sup>b</sup> Kazuaki Togawa,<sup>a</sup> Takato Tomai,<sup>b</sup> Yosuke Ueda,<sup>b</sup> Hiroshi Yamaguchi,<sup>b</sup> Makina Yabashi,<sup>a,b</sup> and Tetsuya Ishikawa<sup>a</sup>

# SPring-8の高度化 (SPring-8-II)

令和6年度補正予算額

170億円



文部科学省

## 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4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**(略)

【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(略)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<sup>266</sup>(中略)等を図る(略)

-----  
(脚注)-----

266 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。(略)

## 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**。

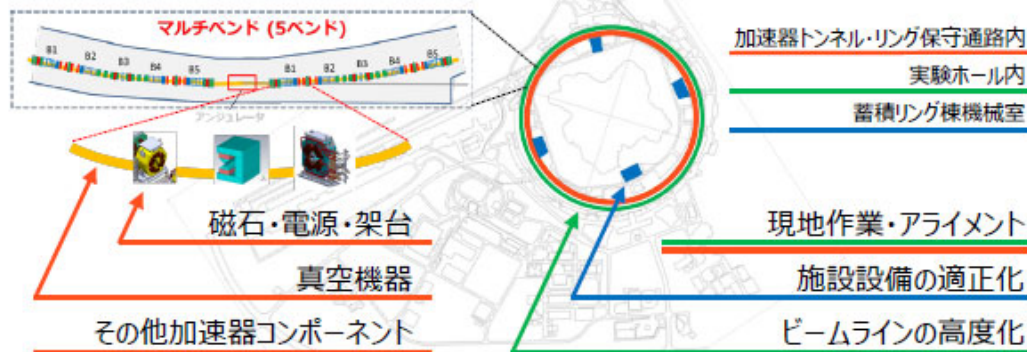
事業実施期間

令和6年度～令和10年度(予定)

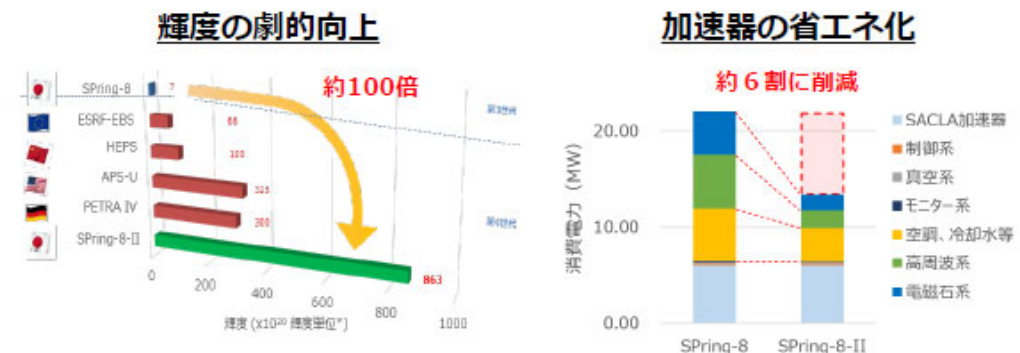
交付先

(国研) 理化学研究所

## 【SPring-8の高度化概要】



## 【技術革新の例】

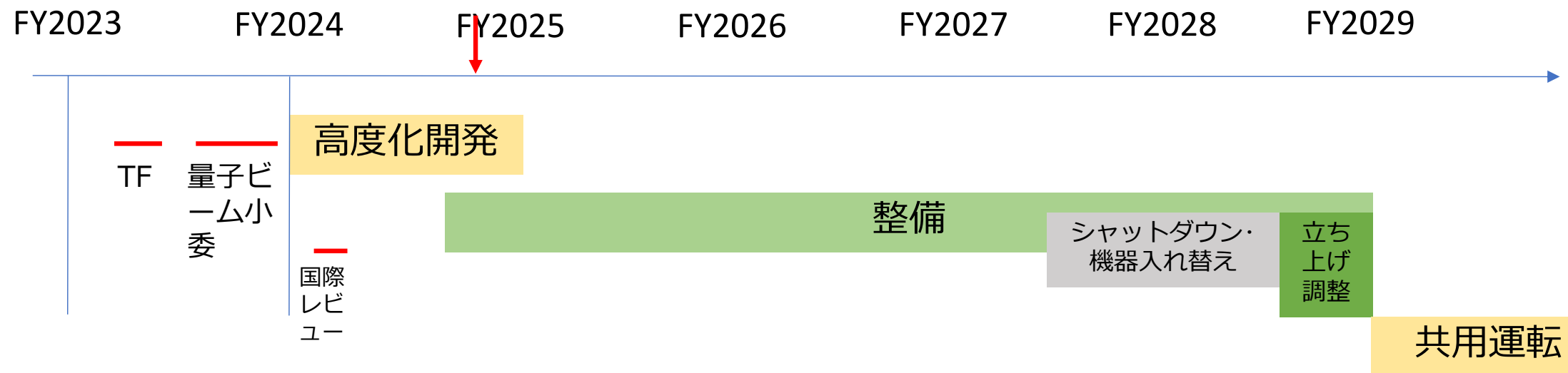


## 期待される成果

- 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。

# スケジュール

- 整備期間: 2024~2028年度 (R6補正予算~)
  - コンポーネントの受入・アライメントのためのスペース整備 (線形加速器棟、中尺実験施設II)
- 2027年度後半から1年間のシャットダウン: 機器入れ替え
- 立ち上げ調整を経て、2029年度にSPring-8-IIの利用運転開始



# 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

## 省エネ

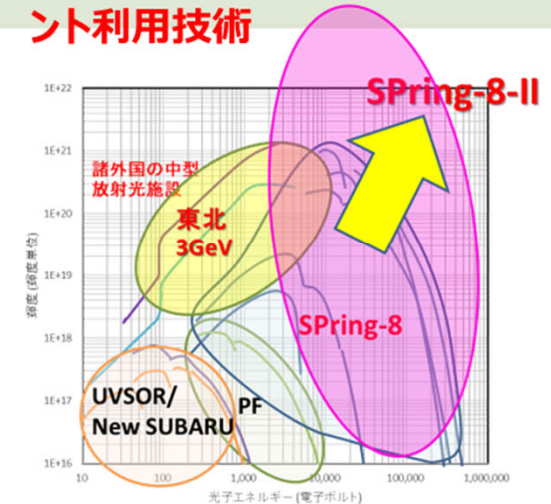
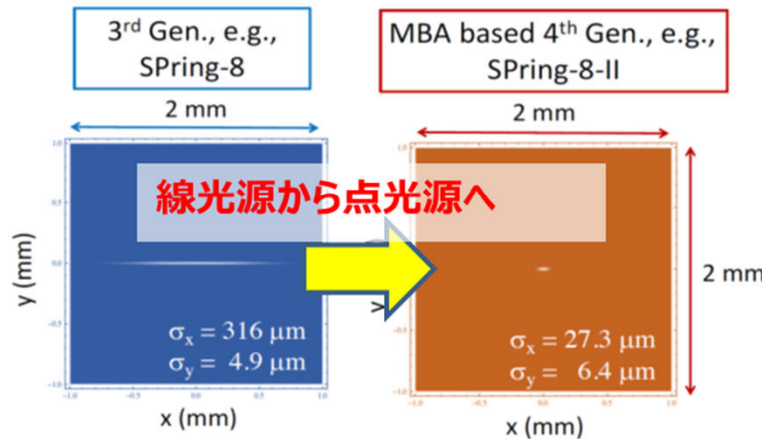
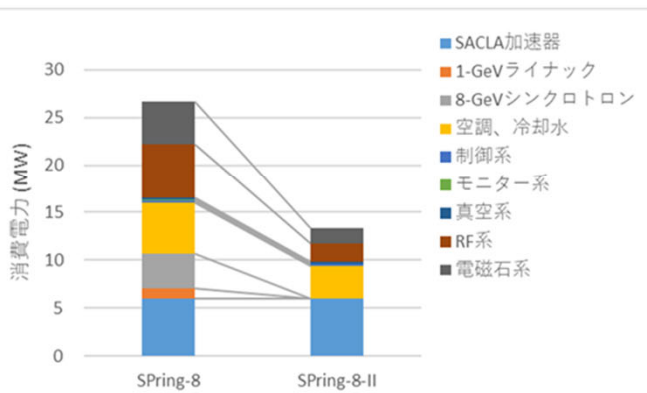
- 加速エネルギーの低減 (8GeV → 6GeV)
- 偏向部の永久磁石化と冷却系の負荷低減
- 既存入射器の停止

## 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

## 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



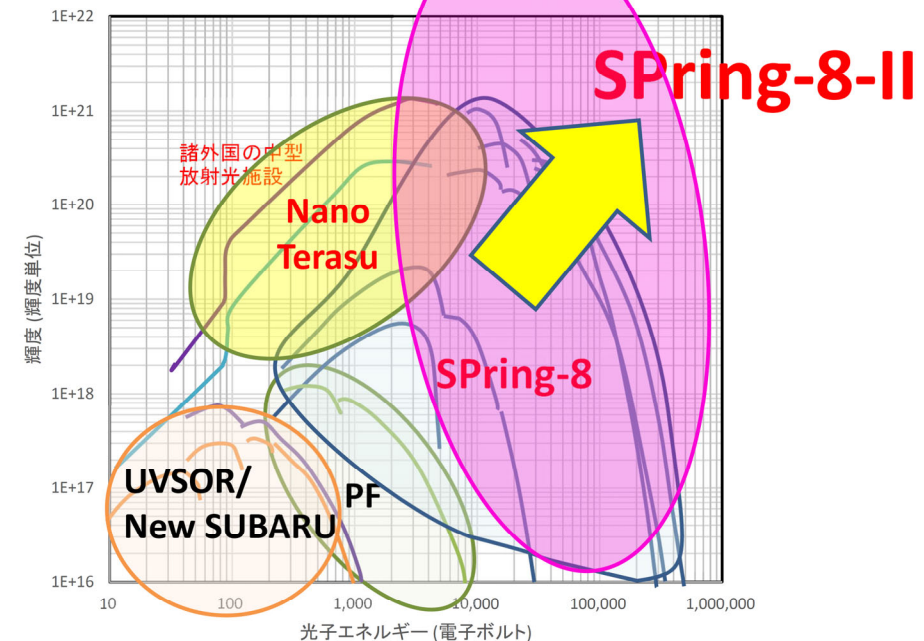
# コアコンセプト

## 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**、6GeV化による安定的な極低エミッタンス ( $\sim 110$  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**) による高エネルギー・高輝度X線の生成
- (A3) 4箇所**の30m長直線部**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さらなる低減 ( $\sim 50$  pm.rad)
  - 長尺アンジュレータによる**世界最高輝度**の実現
  - (SPring-8-IIIに向けた研究開発)
- (A4) 世界最高水準の**X線光学系・検出器**による光源ポテンシャルのフル活用
- (A5) 偏向磁石ビームライン: **硬X線プロダクションBL**としての活用
  
- (B1) 加速器: 6GeV化、偏向磁石の永久磁石化による省エネ
- (B2) 施設系インフラの最適化による省エネ
- (B3) SACLA入射

# 新たなビームラインポートフォリオ

- 大前提: **日本全体での最適化**
  - NanoTerasuの利用開始 → 高エネルギー領域の強化
- BL再編(2018年~)
  - 機能整理・強化: 09XU,13XU,35XU,39XU,46XU,**40XU**
  - プロダクションBL化: 04B2,20B2,28B2,45XU
  - 高エネルギー利用: 05XU,15XU
  - 専用施設→理研BL: 15XU,16XU/B2,32B2,36XU, **03XU, 08B2, 24XU**

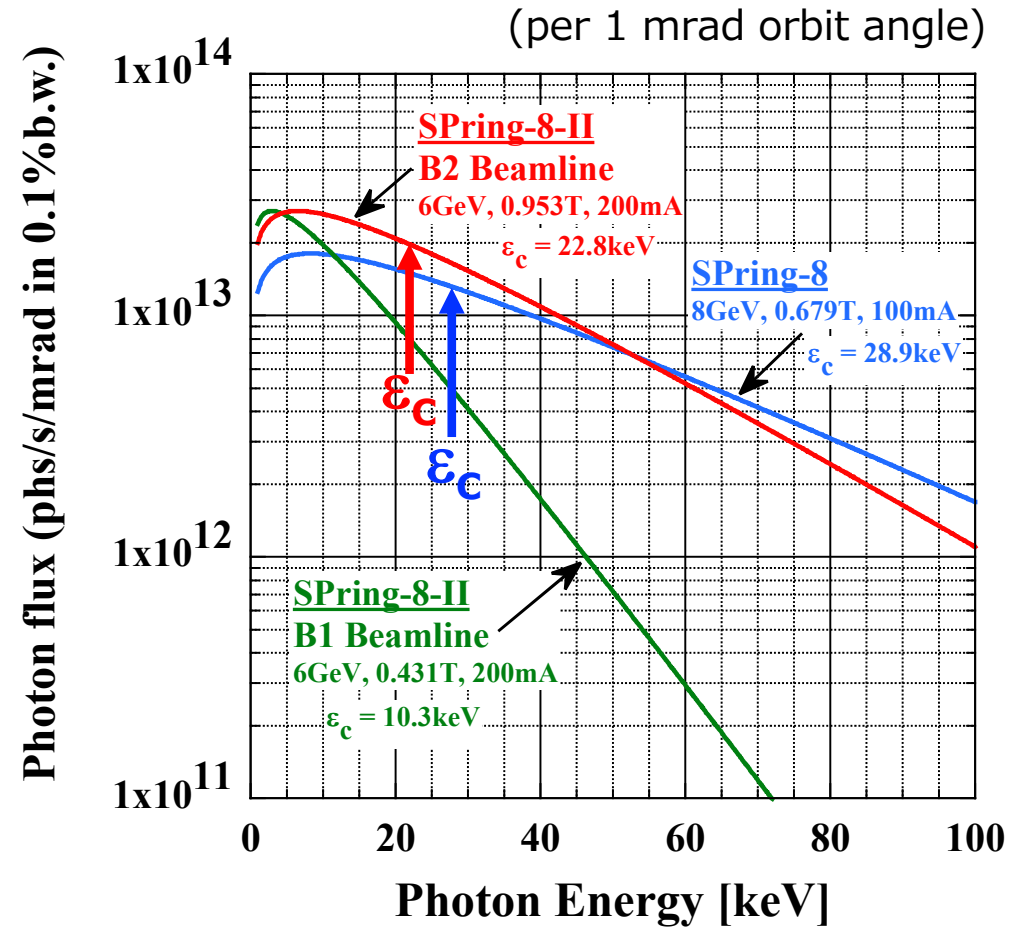
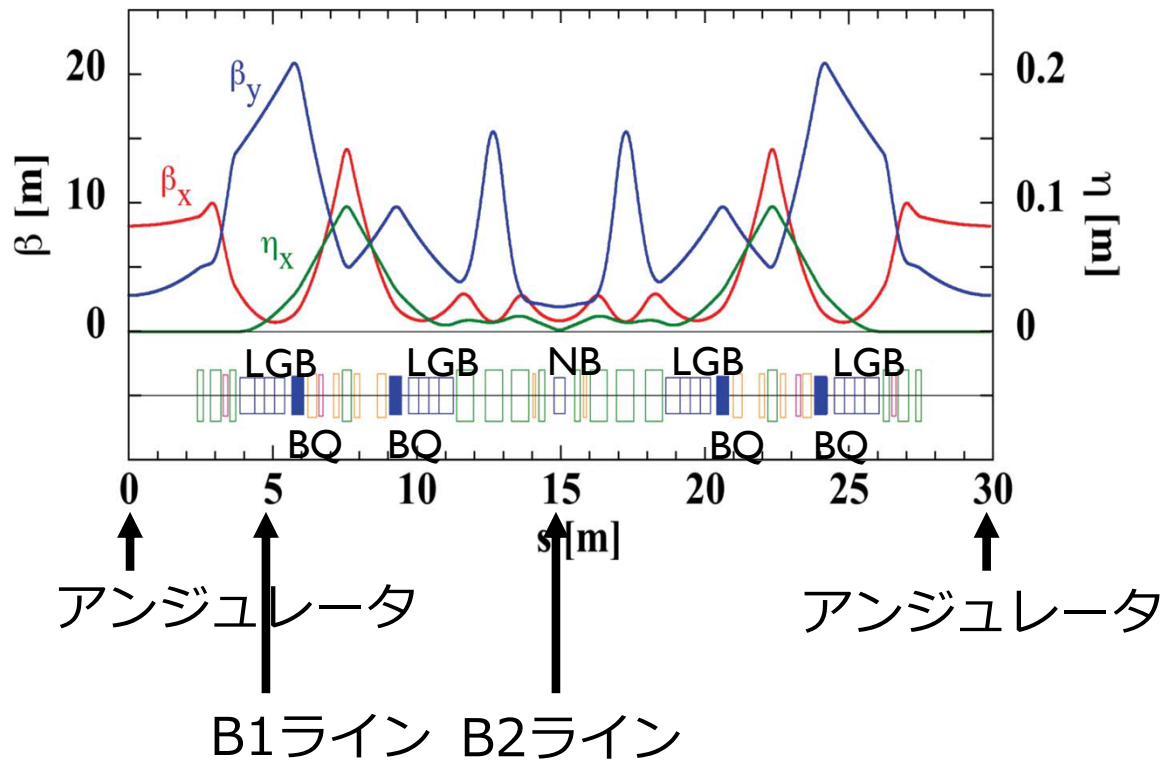




# SP8-IIに向けた整理

- 軟X線: NanoTerasuが主力に。SP8-IIはHX-SXのシナジーを活かす
  - 25SU、27SU (共用)、17SU (理研)、23SU (JAEA)、07LSU (理研)  
-> 17SU (共用)、25SU (共用)、23SU (JAEA)
- 赤外: 加速器コンポーネントのコンパクト化により、取り出せなくなる
  - 43IR -> 2025年度を目処に終了。一部機能についてUVSORへの移設を検討中
- B1: (01B1を除き) 磁場が弱くなり、高エネルギー利用が困難に
  - 02B1 -> 検討中
  - 04B1 -> 15XU・DWビームラインに機能移設
  - 14B1 (QST) -> 検討中
  - 38B1: <15keV程度であれば継続可能
- ウィグラー: 既存の老朽化とDWの新設
  - 08W -> 08XU (高エネルギー)
  - DWビームライン (イメージング、高圧等)
- 高エネルギー: 最適化
  - XAFS: 01B1、14B2 +a ?
  - イメージング (プロダクションCT/ラミノ、ナノCT) -> DW-BL、既存ラインの活用
  - qXAFS/イメージングXAFS -> 37XU
- 戦略プロジェクト: BLの新設
  - NEDO
  - ...
- 専用施設: 高度化

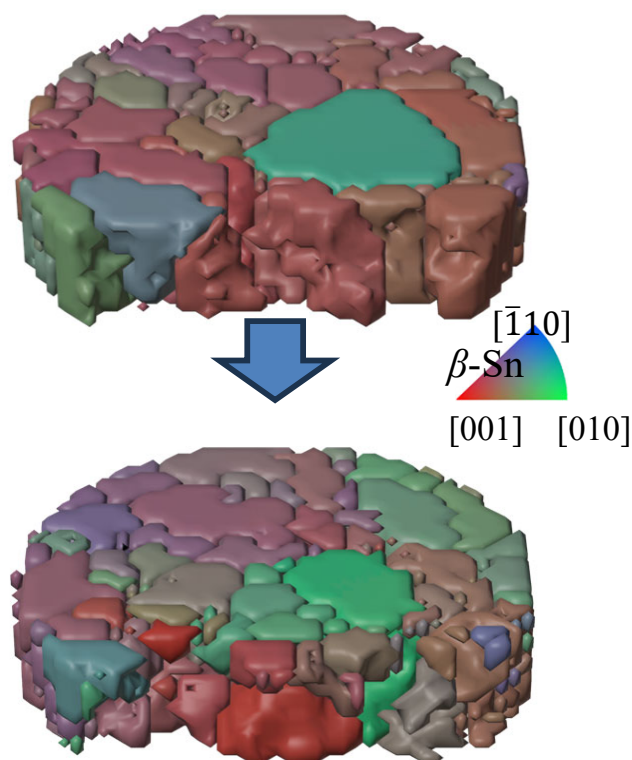
# 偏向磁石BL@SP8-II



# ポストSP8-IIを見据えたR&D

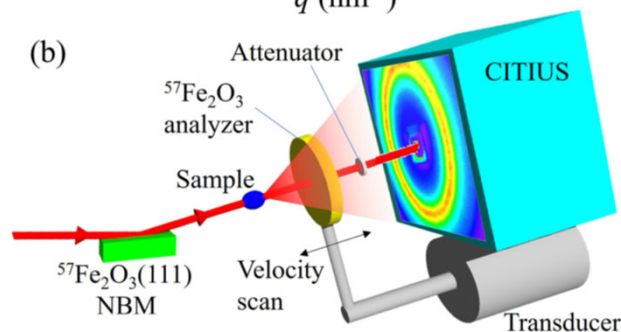
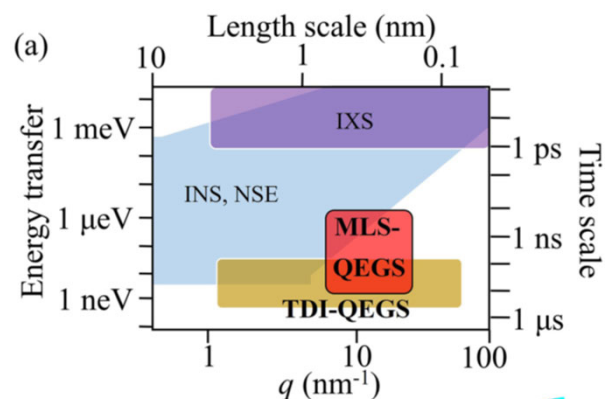
“X-ray Scanning Orientation Laminography (XSOL) for Planar Polycrystalline Alloys”

Jaemyung Kim, Y. Hayashi, H. Tatsumi et al., submitted



“Broadband Quasielastic Scattering Spectroscopy Using a Multiline Frequency Comblike Spectrum in the Hard X-Ray Region”

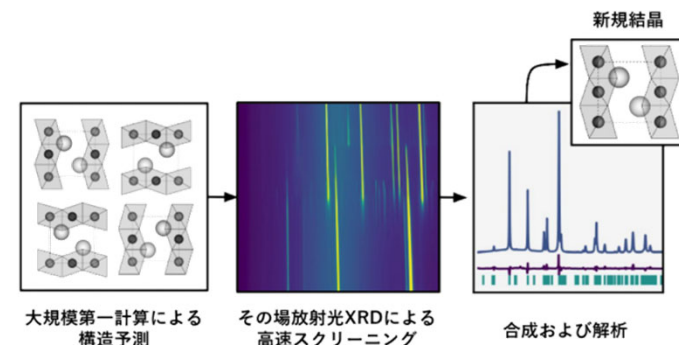
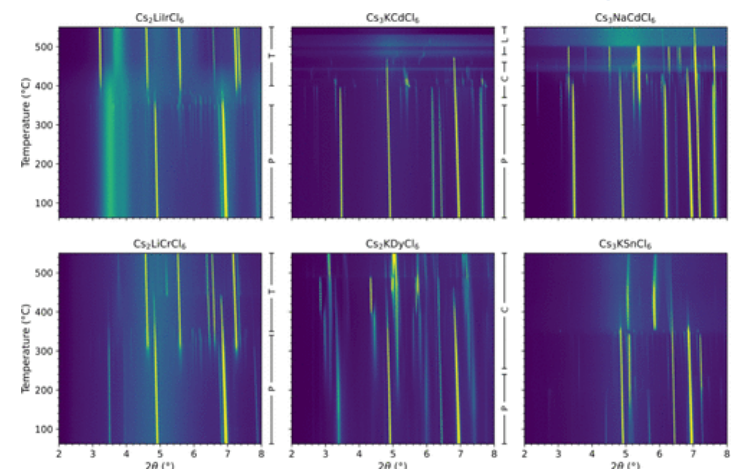
M. Saito et al., PRL (2024)



SPring-8基盤開発プログラム  
締め切り3/2

“Efficient Exploratory Synthesis of Quaternary Cesium Chlorides Guided by In Silico Predictions”

A. Miura et al., JACS (2024)



## まとめとお願い

- プレSP8-IIのBL再編の粗筋を提示
- 皆様からの積極的なフィードバックを期待
- 同時に、ポストSP8-IIを見据えた大胆な提案も歓迎
  - 使い方も含む
- アンジュレータの更新
  - シャットダウン期間内に収めるために、予め相当台数を更新する必要
  - スペクトルの制限が出る場合がある。配慮をした上で順次実施するので、ご協力をお願いします
    - 周期長28mmから優先的に実施
      - 2025年夏: ID46、05、29
    - 2026年度~: 周期長24mmも一部開始
      - 低エネルギー側、及び1次光・3次光間にエネルギーギャップができる
- ビームライン制御: 新ネットワーク、BL-774への入れ替え
- 光学素子向け液体窒素冷却装置の更新
- 専用BL

**End**