

SPring-8の高度化における 開発期間及び 想定性能について

令和5年8月30日

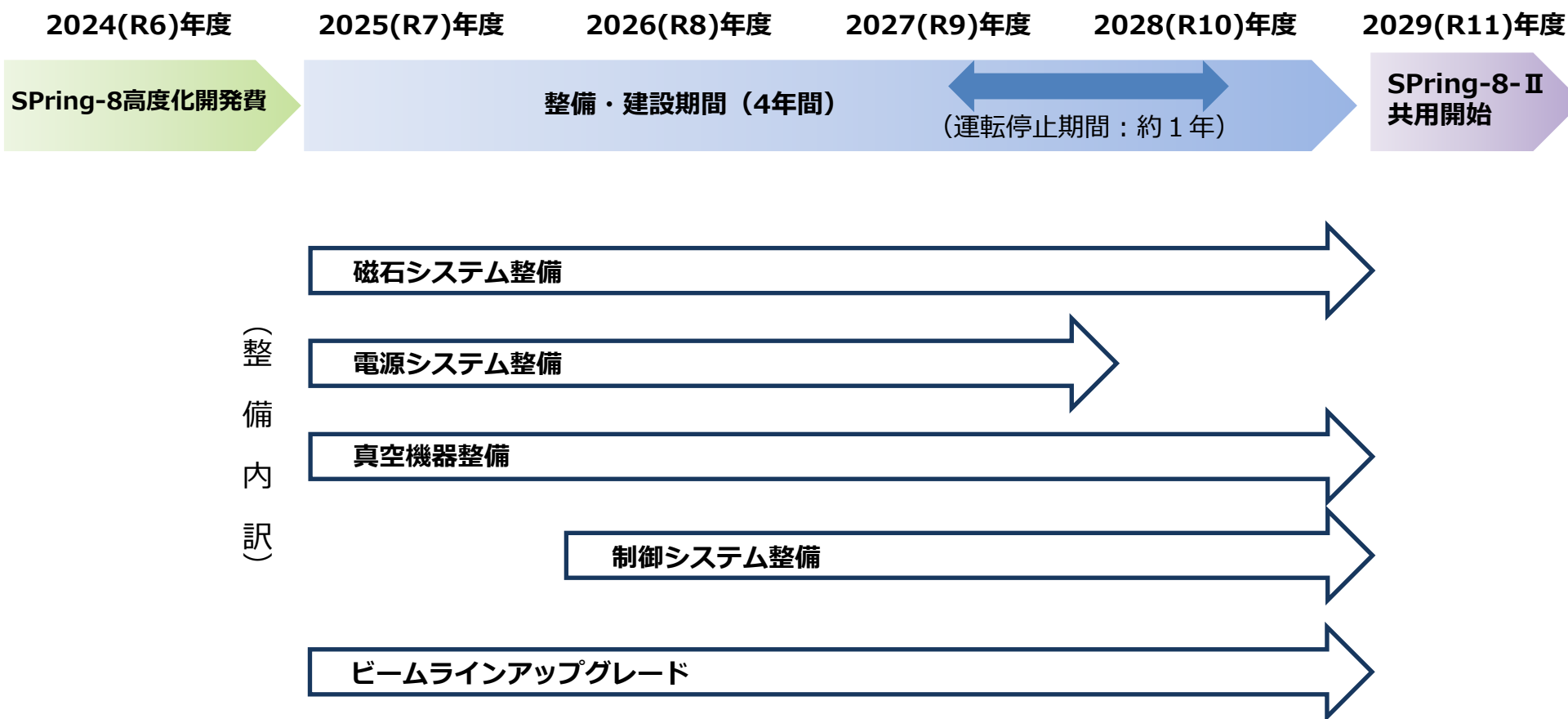
量子ビーム利用推進小委員会(第49回)

理化学研究所 放射光科学研究センター

矢橋 牧名

1. SPring-8-IIの開発期間について

- ✓ 高度化開発費により、量産技術の最適化を実施。
- ✓ 目標性能を達成するための設計の妥当性について、第三者による客観的な評価を得る。
- ✓ 結果を踏まえ、4年間の整備・建設期間を経て、2029(R11)年度に完成・共用開始を目指す。



1. SPring-8-IIにおいて実現を目指す性能と省エネルギー

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

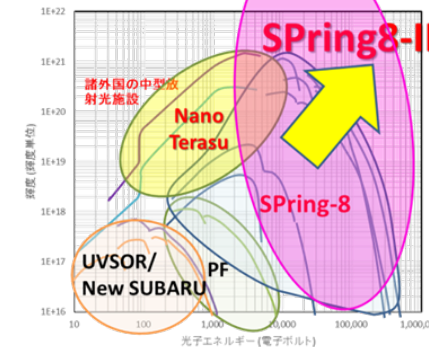
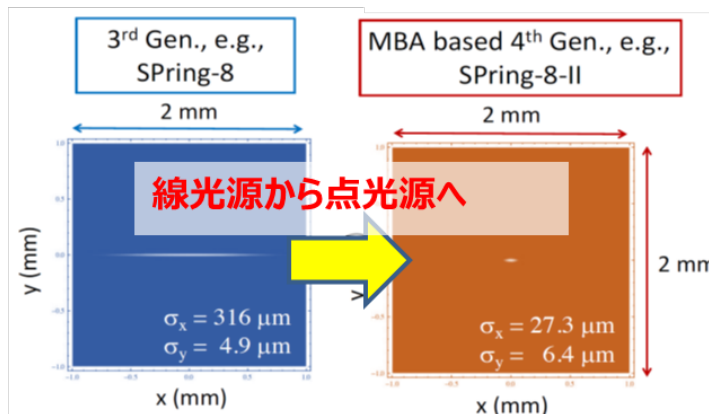
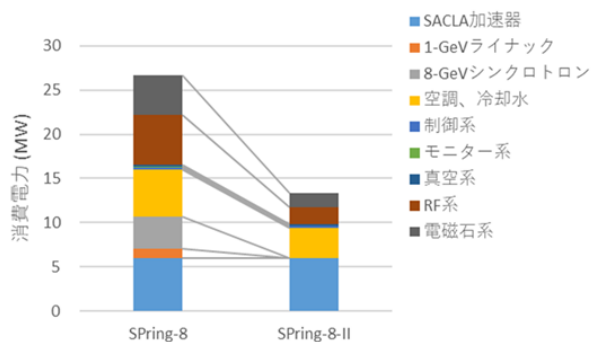
SPring-8-II CDR (2014年11月)

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

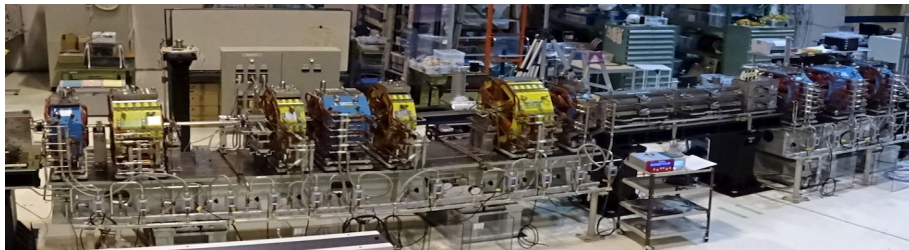
- 輝度の劇的な向上 (長尺アンジュレータにより輝度世界一)
- 極めて明るい高エネルギーX線の生成 (100倍以上)
- 世界トップのナビーム・コヒーレント利用技術



2. 重要な要素技術

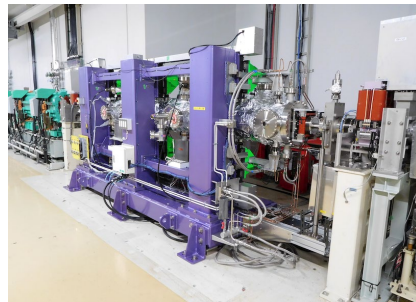
超低エミッタンスを実現する磁石システム

- 永久磁石を利用した分割型の偏向磁石システムを開発し、**超低エミッタンスと安定性で世界トップ性能**を狙う
- ナノテラス向けの技術開発の成果もフィードバックし、確実に目標を達成



小型真空封止アンジュレータ (IVU-II)

- 我が国発の真空封止アンジュレータ技術をさらに発展させ、小型化・安定化を実現
- 6GeVリングから高エネルギーX線を生成するための、磁石列の短周期化技術**



SACLAを活用した高効率入射システム

- アクセプタンスの小さいMBAリングに対して、高い効率でビーム入射をすることは、最も難しい課題の一つ
- SACLA入射により、**既に本課題を解決済み**



世界唯一の長直線部の活用

- SPring-8蓄積リングは、世界で唯一30m長直線部(x4)をもつ
- ダンピングウィグラーを導入することにより、**エミッタンスを50pm.radに半減**
- 長尺アンジュレータにより**世界最高輝度**を達成
- 将来のリング型XFELへの活用**



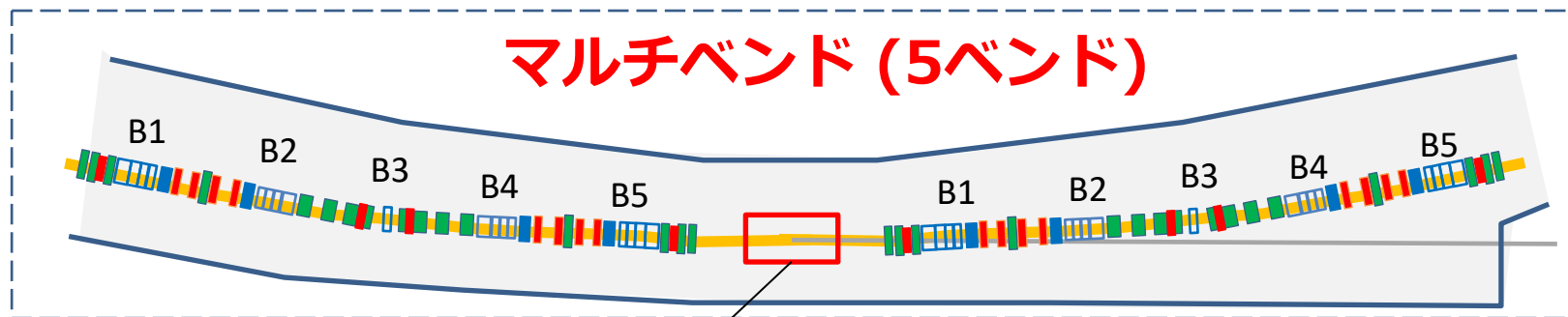
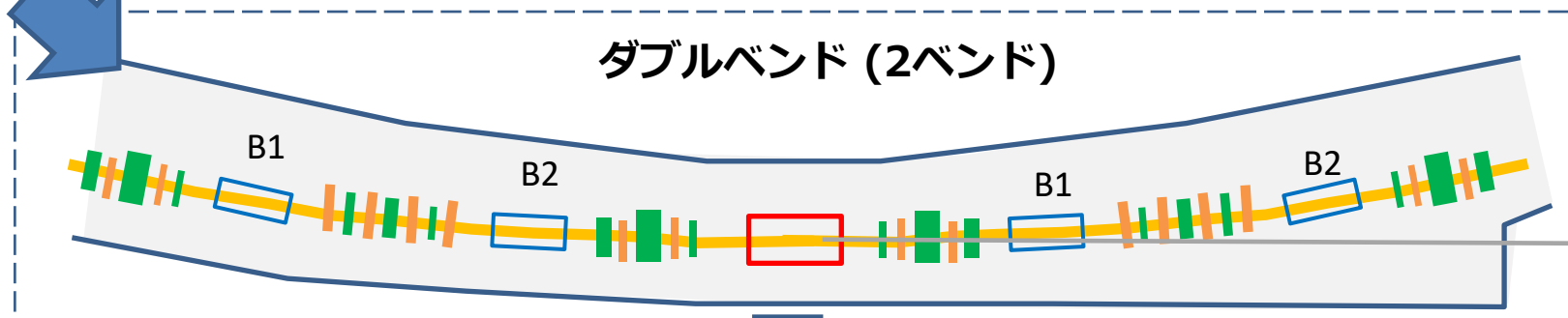
3. 磁石・真空システムの更新

進化を続ける加速器テクノロジー

電子ビームを小さく絞る → 輝度が上がる



拡大図

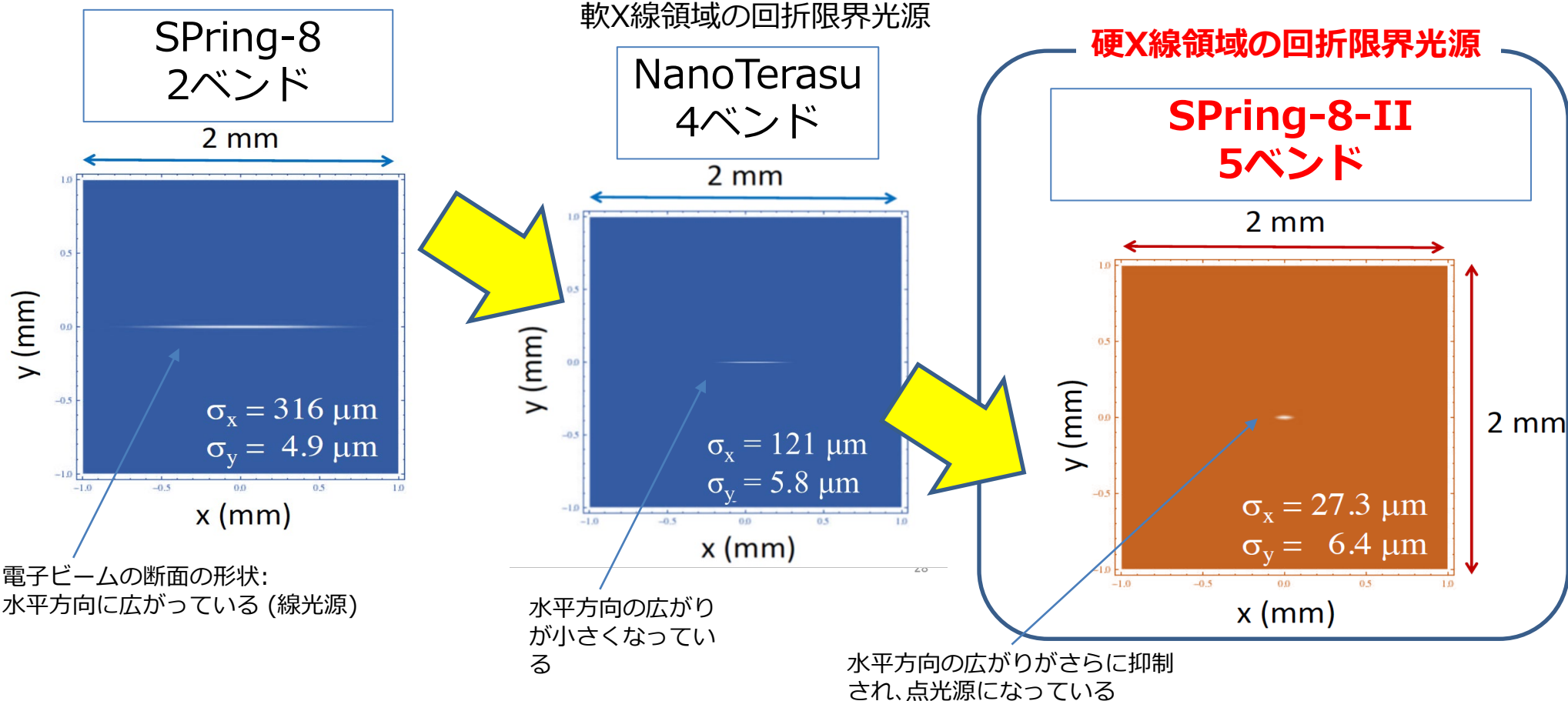


アンジュレータ

※マルチベンド: 偏向磁石の数を増やして磁石1台あたりの曲げ角を小さくすることにより、電子ビームを小さく絞る技術

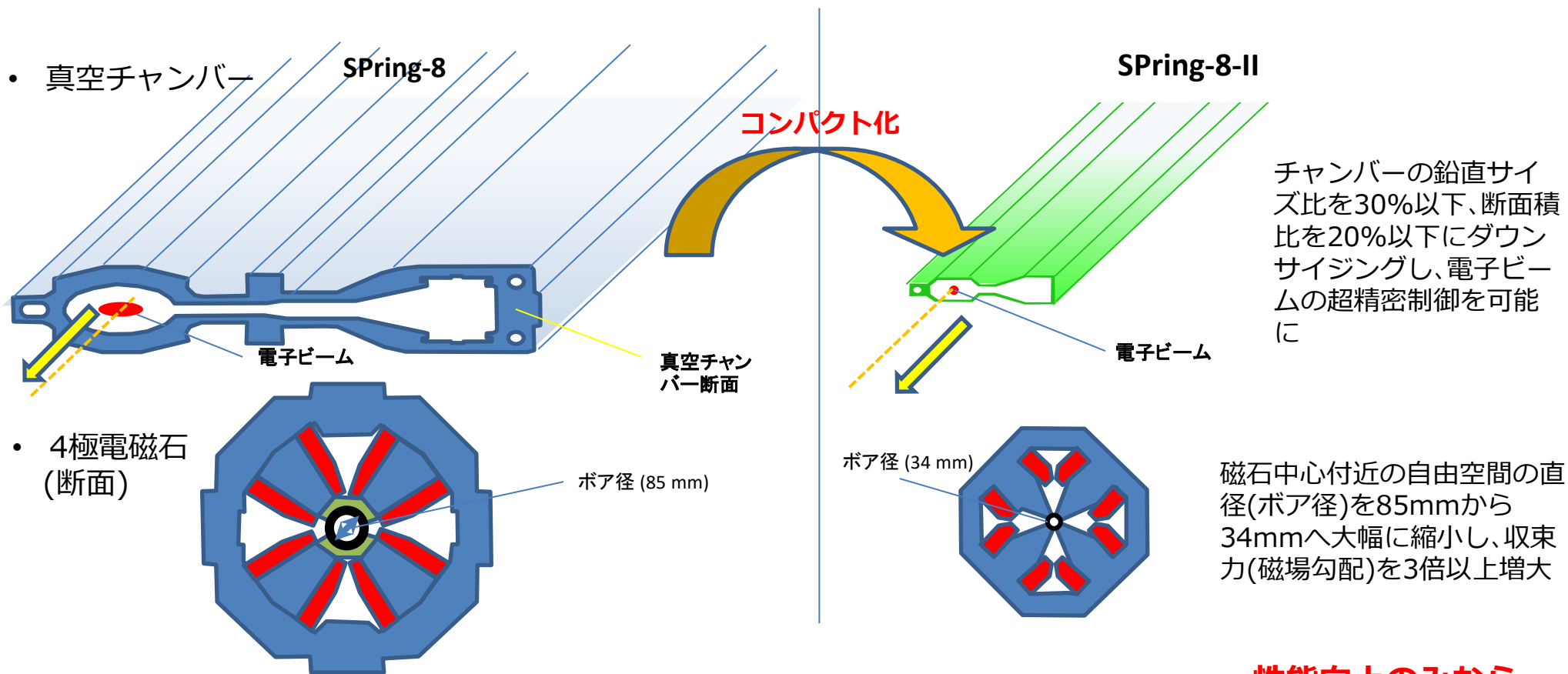
3. 磁石・真空システムの更新

電子ビームの極小化: SPring-8からNanoTerasu、そしてSPring-8-IIへ



3. 磁石・真空システムの更新

極小電子ビームを可能にする加速器のコンパクト化技術



超精密加工・計測・アラ
イメント技術の追求



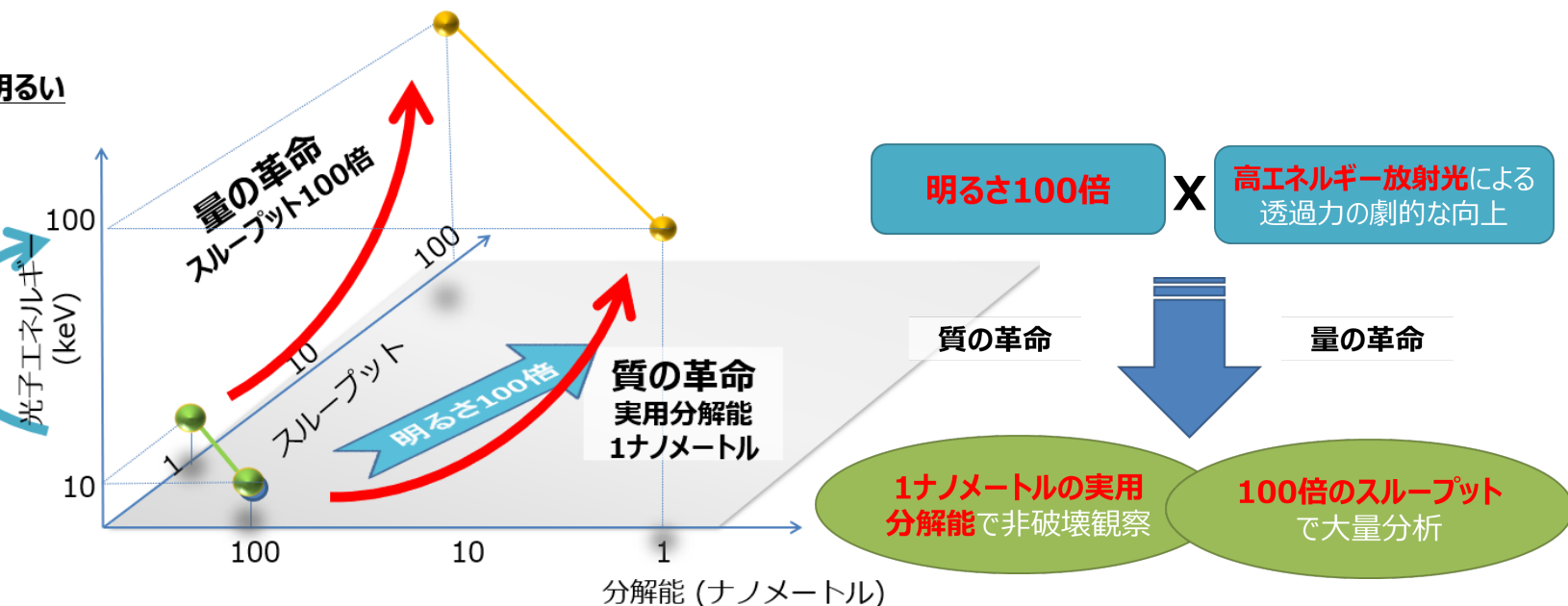
主要な加速器コンポーネン
トを全てコンパクト化

性能向上のみならず、省資源化・省工
ネ化にも多大な貢
献

4. SPring-8-II における想定されるパラメータ

SPring-8-II: 100倍以上明るい
高エネルギー放射光を供給

圧倒的な透過力の向上
透過可能な鋼材厚:
0.02mm@10keV
→10mm@100keV

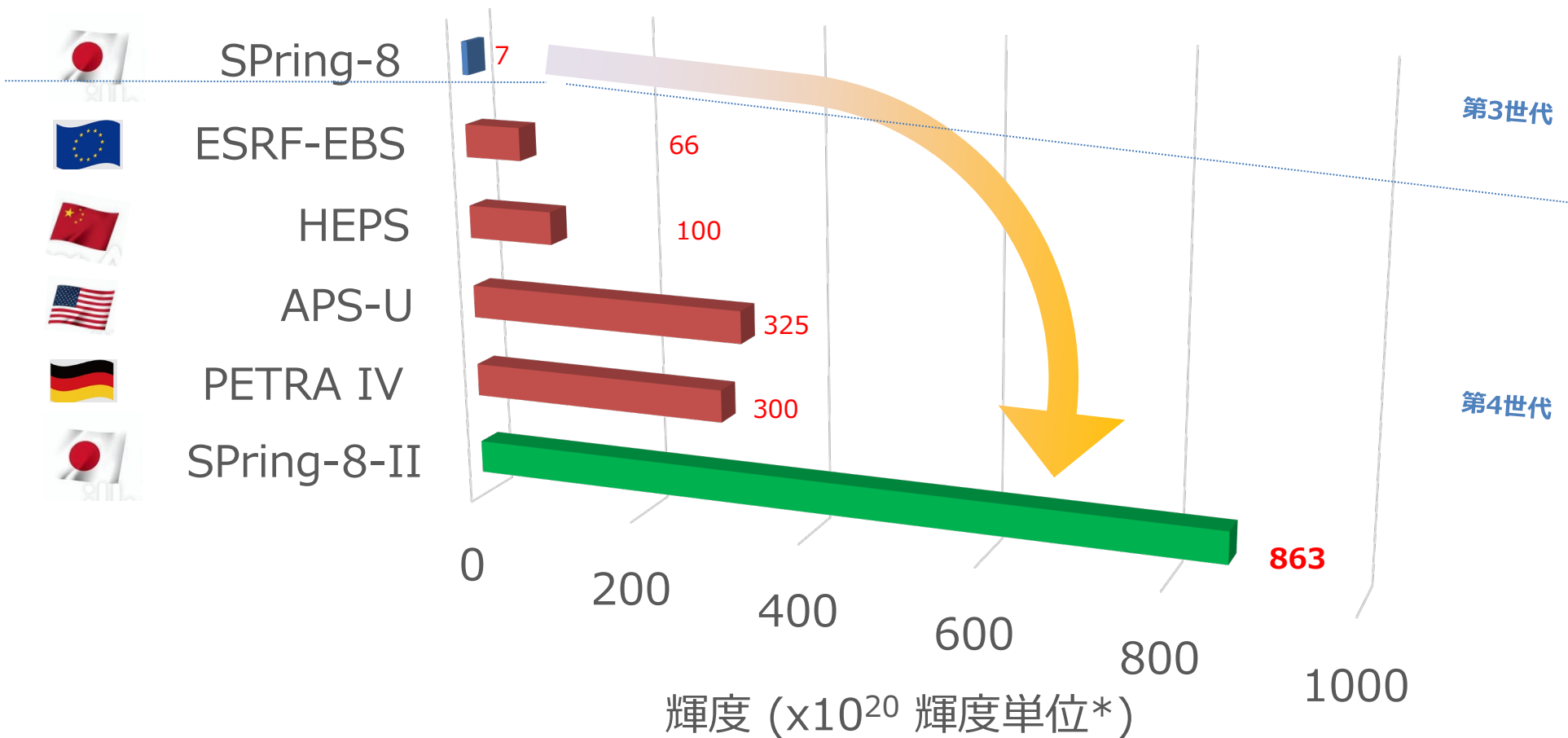


	SPring-8	SPring-8-II
エミッタンス	2.4nm・rad	0.05nm・rad
明るさ(最高輝度)	7 ph/s/mm ² /mrad ² in 0.1% b.w.	863 ph/s/mm ² /mrad ² in 0.1% b.w.
計測時間	1(相対単位)	0.01(相対単位)
実用空間分解能	50ナノメートル	1ナノメートル*
光子エネルギー	5~30 keV	10~200 keV
透過力(鉄)	0.02mm @10 keV	10 mm @100 keV

*技術的な限界値

5. 想定される最高輝度

最高輝度の比較



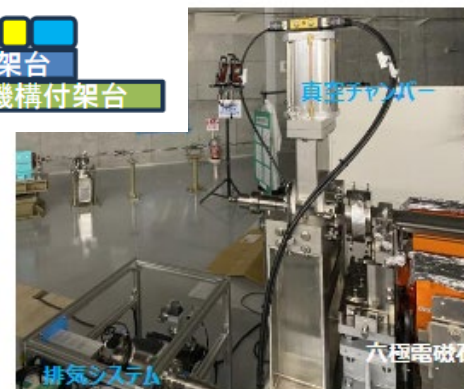
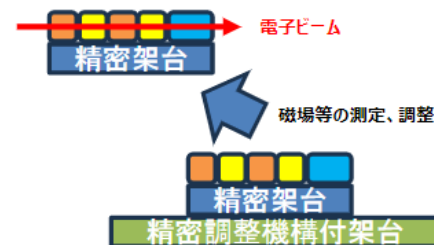
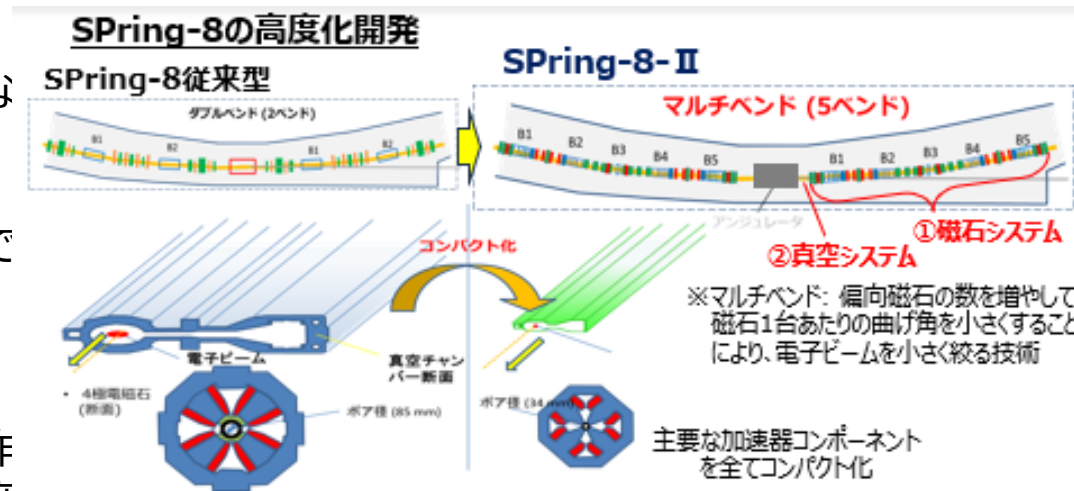
*輝度単位: ph/s/mm²/mrad² in 0.1% b.w.

6. 技術実証について

SPring-8-IIの超低エミッタンス蓄積リング実現に向けて、製作方法・組み上げ方法を含む詳細な検討を行う。

既に、シミュレーションによって、要素部品を設計通りに製作し、要求精度内に組み上げることができれば、目標性能(輝度100倍/空間分解能1ナノメートル)を達成できる目処がついている。

そのため、製作方法・組み上げ方法の合理化を行い、要素部品を確実かつ安価に量産するための製作方法を確立しながら、大量の部品を迅速かつ高精度でセットするための組み上げ方法の確立を行う。



①磁石システム要素の整備

主なポイント

- 磁石本体、精密架台について、高精度かつ安価に量産するための製造方法の確立
- 磁石本体、精密架台を迅速かつ高精度に組み上げるための精密調整機構の設計と製作、及び、実際の組み上げ手順の評価
- 架台上における長期にわたる精度保持に関する評価

②真空システム要素の整備

主なポイント

- 真空チャンバー要素部品について、高精度かつ安価に量産するための製造方法の確立
- システムの組み合わせ、超高真空の維持に関する評価