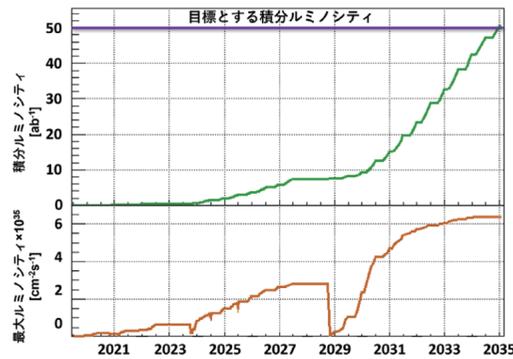
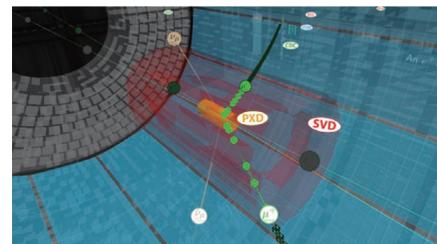
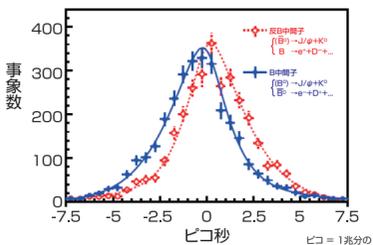


SuperKEKB

SuperKEKB



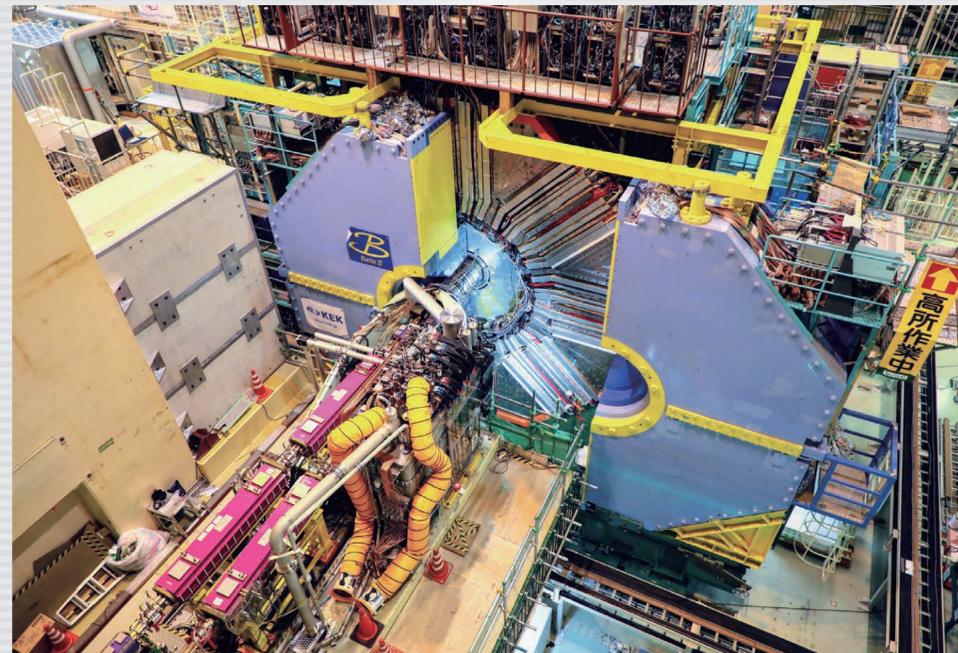
KEKB 加速器よりも数十倍の最大ルミノシティを達成することで 50ab⁻¹ の積分ルミノシティを供給することを目標としています。



「SuperKEKB・Belle II で新しい物理を探索」

2001年、KEKB 加速器を用いた Belle 実験により、B 中間子のこわれ方に CP 対称性の破れ (粒子と反粒子の性質の違い) があることが発見されました。これは、B 中間子が特定の粒子 (たとえば J/ψ 中間子と中性 K 中間子) にこわれる場合に、B 中間子と反 B 中間子の崩壊時間に差があるというもので、これにより小林・益川理論による CP 対称性の破れの説明が正しいことが明らかになり、2008 年の小林・益川両氏のノーベル物理学賞受賞へとつながりました。

一方で、小林・益川理論で説明される CP 対称性の破れは小さすぎ、宇宙から反物質がなくなった謎を説明することができません。小林・益川理論とは別の CP 対称性の破れの機構が存在し、素粒子の標準理論をこえた新しい物理が存在すると考えられます。後継の SuperKEKB 加速器・Belle II 実験では、Belle 以上の膨大な数の B 中間子を作り出して B 中間子の崩壊中に現れる未知の重い粒子の効果を調べたり、軽い暗黒物質が生成される反応を探索したりして、新しい物理の探索を開始しています。(右の図は、暗黒物質に関連する粒子が Belle II 内で生成される反応のシミュレーション)



— 未踏のルミノシティを開拓する加速器 —

SuperKEKB 加速器は、電子と陽電子を衝突させて生成される B 中間子等を含む反応を研究することにより、今まで観測されていなかった物理現象を発見することを目的としています。このような新物理現象は、衝突エネルギーが高いほど発見しやすいものですが、必ずしも全てそうではなく SuperKEKB 加速器でなければ見えないものもあります。SuperKEKB 加速器は、極めて多くの B 中間子・反 B 中間子対を生成する B ファクトリー (B 工場) であり、しかもこれまでの生成効率を大きく凌駕するので、スーパー B ファクトリーと呼ばれます。

SuperKEKB 加速器は、電子用と陽電子用の二つのリング型加速器と、リングに電子・陽電子を供給する直線型加速器 (入射器) から成り立っています。地下 11m に掘られた一周約 3 km のトンネルの中には、二つのリングが並んで置かれ、それぞれのリングの中を電子ビーム (エネルギーが 70 億電子ボルト) と陽電子ビーム (40 億電子ボルト) が光速に近いスピードで逆方向に周回します。二つのビームは、リングの一点でのみ衝突するように設計されており、衝突点に設置される Belle II 測定器が衝突によって起こる素粒子反応を捉えます。衝突型加速器の性能は、ルミノシティと呼ばれる量で表されます。素粒子反応の起こる頻度 (例えば、電子と陽電子を衝突させることによって生成される B 中間子・反 B 中間子対の数) は、このルミノシティに比例するので、稀にしか起きない現象を研究するには非常に高いルミノシティが要求されます。SuperKEKB 加速器の前身である KEBK 加速器は、世界最高のルミノシティを達成し、小林・益川理論の検証に貢献しました。KEBK 加速器は、2001 年以降ルミノシティの世界記録を更新し続けて、最終的には設計値の 2 倍 (KEBK の設計を開始した 1989 年当時の衝突型加速器の最高記録の 200 倍) を越えるルミノシティを達成しました。KEBK 加速器は、2010 年 6 月末にビーム運転を終了し、さらに高いルミノシティを目指すために SuperKEKB 加速器に改造されました。

ルミノシティを KEBK 加速器の数十倍にあげるために、ビームサイズを極小 (幅約 10 ミクロン、高さ 50 ~ 60 ナノメートル) に絞り、ビーム電流を 3.6 A (陽電子) と 2.6 A (電子) に増やします。現在は物理実験を行いながら日々高いルミノシティを目指して運転を行っています。



More **SuperKEKB** ▶
<http://www-superkekb.kek.jp>



高エネルギー加速器研究機構 / SuperKEKB 加速器

2023.9



この製品は、100% リサイクル材でできています。

SuperKEKB 加速器は素粒子の謎を

解明するために開発された、

1周3kmの電子陽電子衝突型加速器です。

この衝突によってB中間子と

反B中間子を大量に生成するため、

Bファクトリー (B工場) と呼ばれます。



高エネルギー加速器研究機構 / SuperKEKB 加速器

SuperKEKB

1 中央制御室 Central Control Room



SuperKEKB加速器を集中制御。制御点数、数十万チャンネル!

4 ビーム輸送路 Beam Transport Line



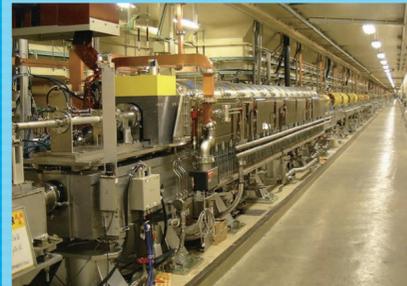
LINACからSuperKEKBリングまで、電子・陽電子をロスなしに輸送

2 超伝導高周波加速空洞 Superconducting Cavities



ビーム電流2.6Aの蓄積を目指す! 世界をリードする日本の超伝導加速技術

5 線形加速器 (電子陽電子入射器) Linear Accelerator (electron-positron LINAC)



連続的に電子・陽電子ビームを供給

3 冷凍機システム Cryogenic Cooling System



ヘリウムガスを液化して超伝導加速空洞を4Kに冷却。希少資源であるヘリウムガスの消費が少ないヘリウム液化冷凍システム!

6 クライストロン Klystrons



世界最高出力の高周波源で日光、富士、大穂、DRIに設置

7 常伝導高周波加速空洞 Normal Conducting Cavities (ARES Cavities)



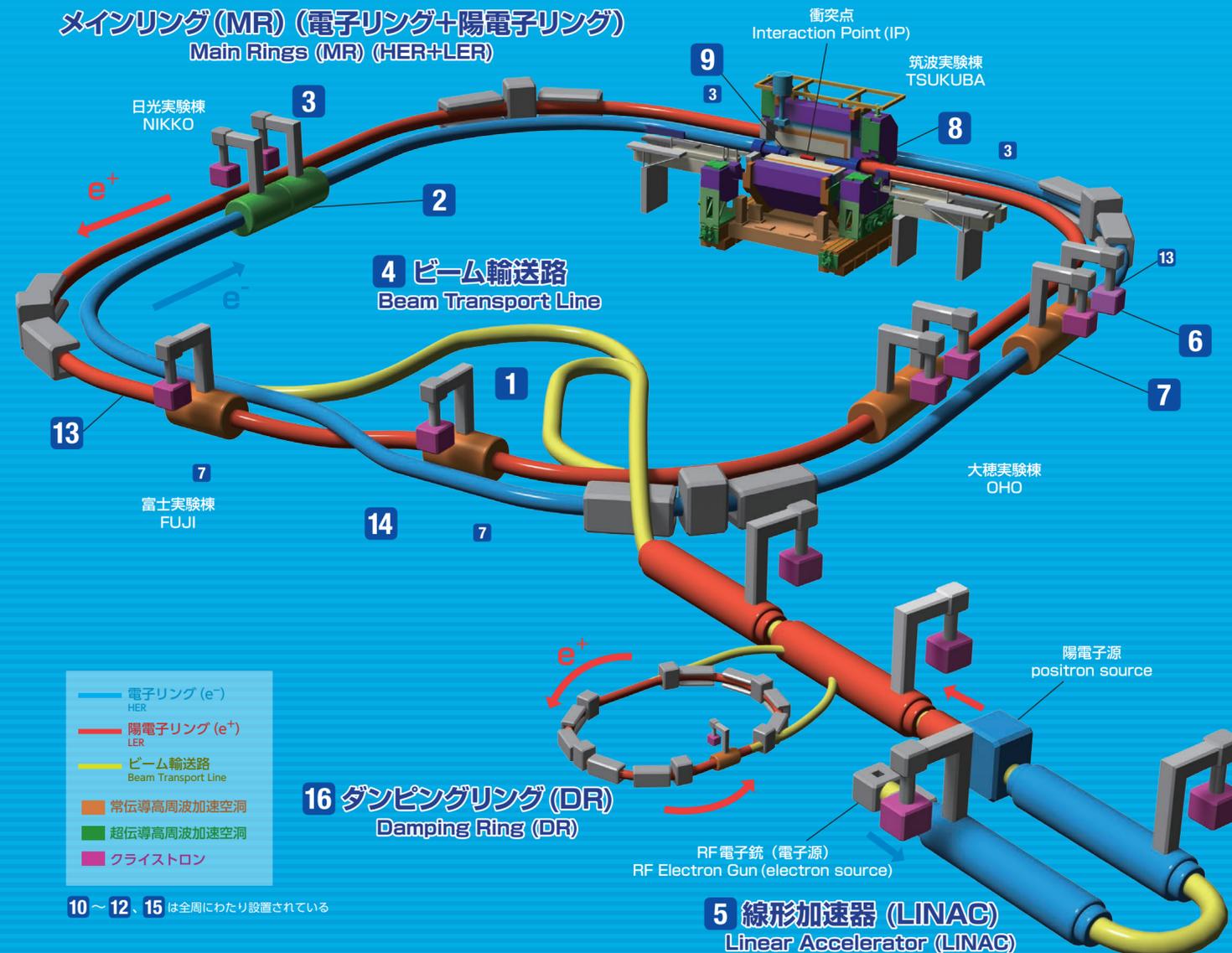
ARES = Accelerator Resonantly coupled with Energy Storage KEK独自のアイデア! 巨大な蓄積エネルギーで大電流を安定に加速

8 Belle II 測定器 Belle II Detector



SuperKEKBで作られたB中間子の崩壊の様子を調べ、素粒子物理学の実験的研究を行う

メインリング (MR) (電子リング+陽電子リング) Main Rings (MR) (HER+LER)



9 ビーム最終集束用超伝導電磁石システム Final focus system



複数の超伝導電磁石群で構成され、衝突点で最終形状にビームを絞り込む

10 電磁石群 Magnets



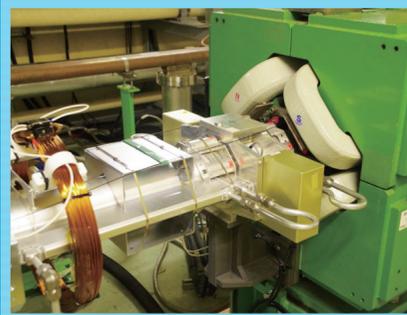
約1000台の四極電磁石 (凸、凹レンズ)
約220台の偏向電磁石 (プリズム)
約200台の六極電磁石 (色収差補正)
約1100台のビーム軌道補正電磁石

11 回転六極電磁石 Sextupole Magnets with Variable Tilting Angles



ビーム軸の周りに±30°回転する機構をもつ六極電磁石

12 ビーム位置モニタ Beam Position Monitors



4 μm以下の精度でビームの位置を測定

13 X線モニタ X-Ray Monitor



ビームサイズを測る

14 バンチ毎フィードバック Bunch by Bunch Feedback



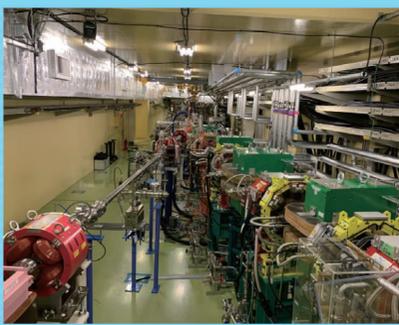
ビームの不安定性を抑制

15 ビームパイプ Beam pipes



高品質ビームを長時間保つため、ビームの通り道である金属製ビームパイプの内部を超高真空 (~10⁻⁸ Pa) まで排気する

16 ダンピングリング (DR) Damping Ring (DR)



陽電子ビームのビームサイズを縮めて、SuperKEKBへの入射効率を上げる