



挿入光源構造改革に向けた 吸引力相殺機構の開発

金城良太¹、清家隆光²、鏡畑暁裕²、山本樹³、田中隆次¹

¹ RIKEN SPring-8 Center

² JASRI

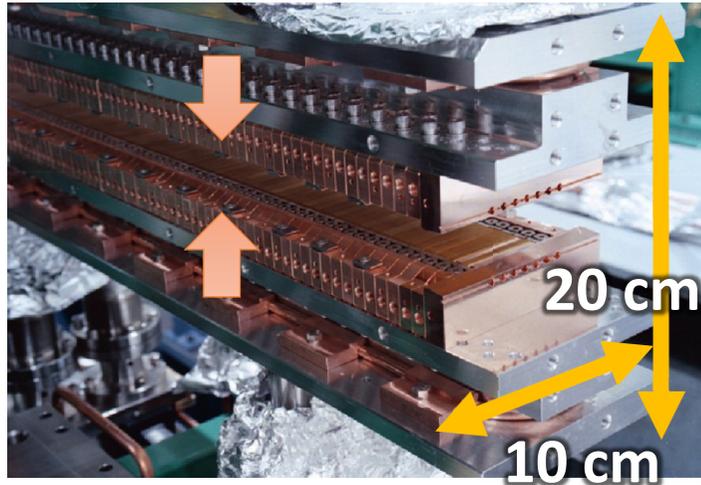
³ KEK-PF

アウトライン

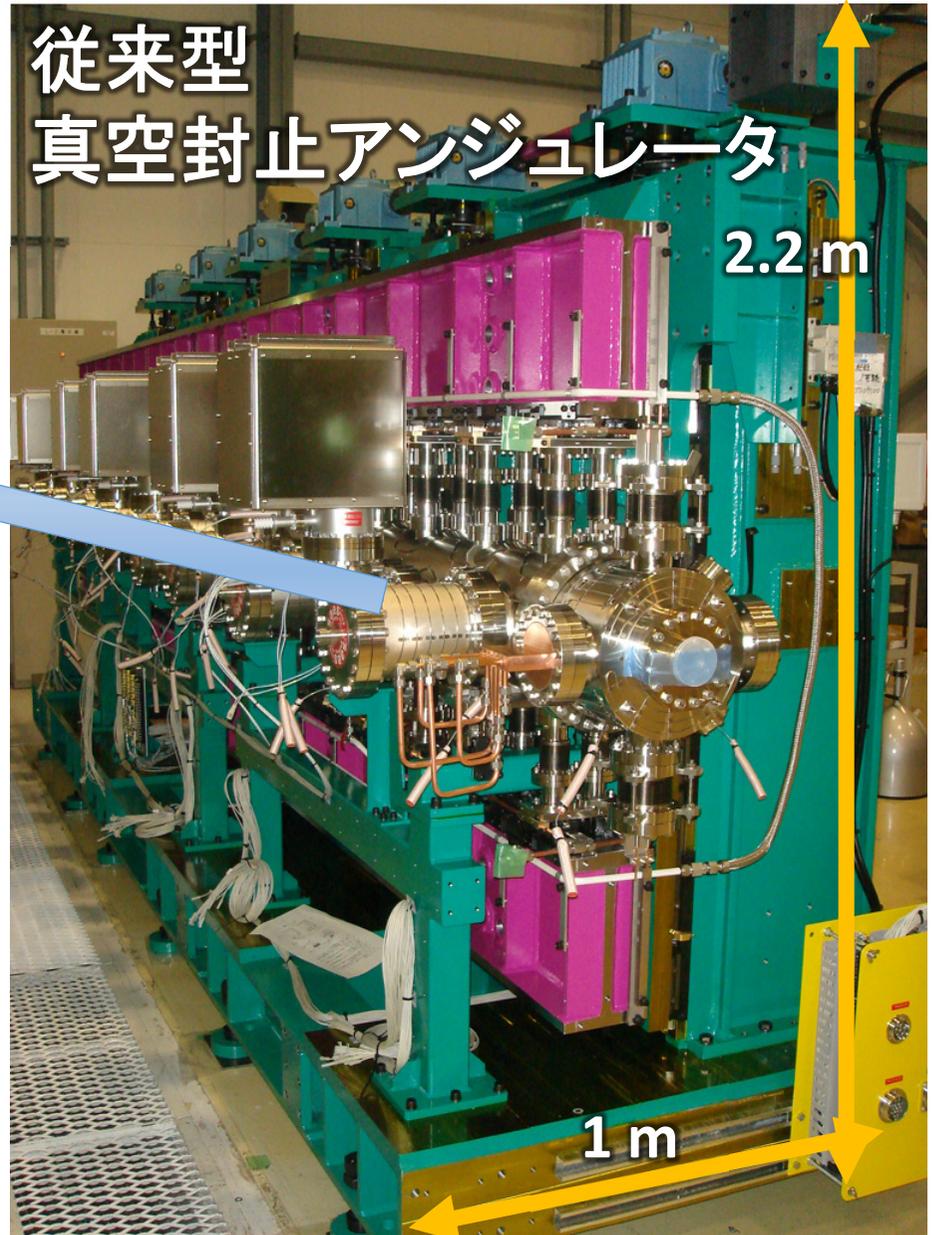
- 従来型アンジュレータが持つ諸問題
- 吸引力相殺機構
 - 重要性
 - 現状
 - 多極着磁ブロックを用いた吸引力相殺機構
 - プロトタイプ設計のための予備実験
- 超軽量・コンパクトな次世代標準アンジュレータ計画

従来型アンジュレータ

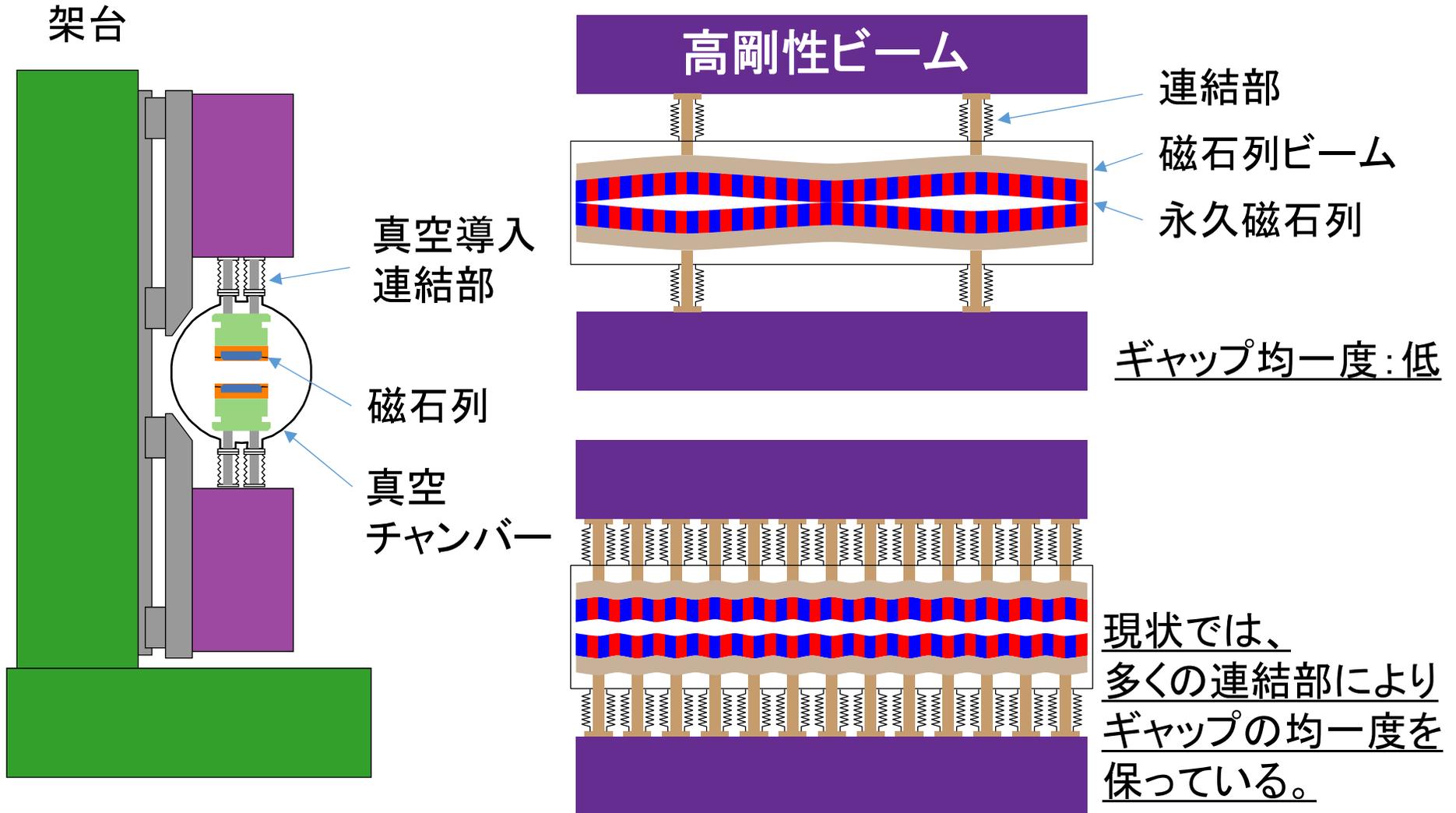
数トン/mに及ぶ磁気吸引力
1 μm の精度でギャップを駆動



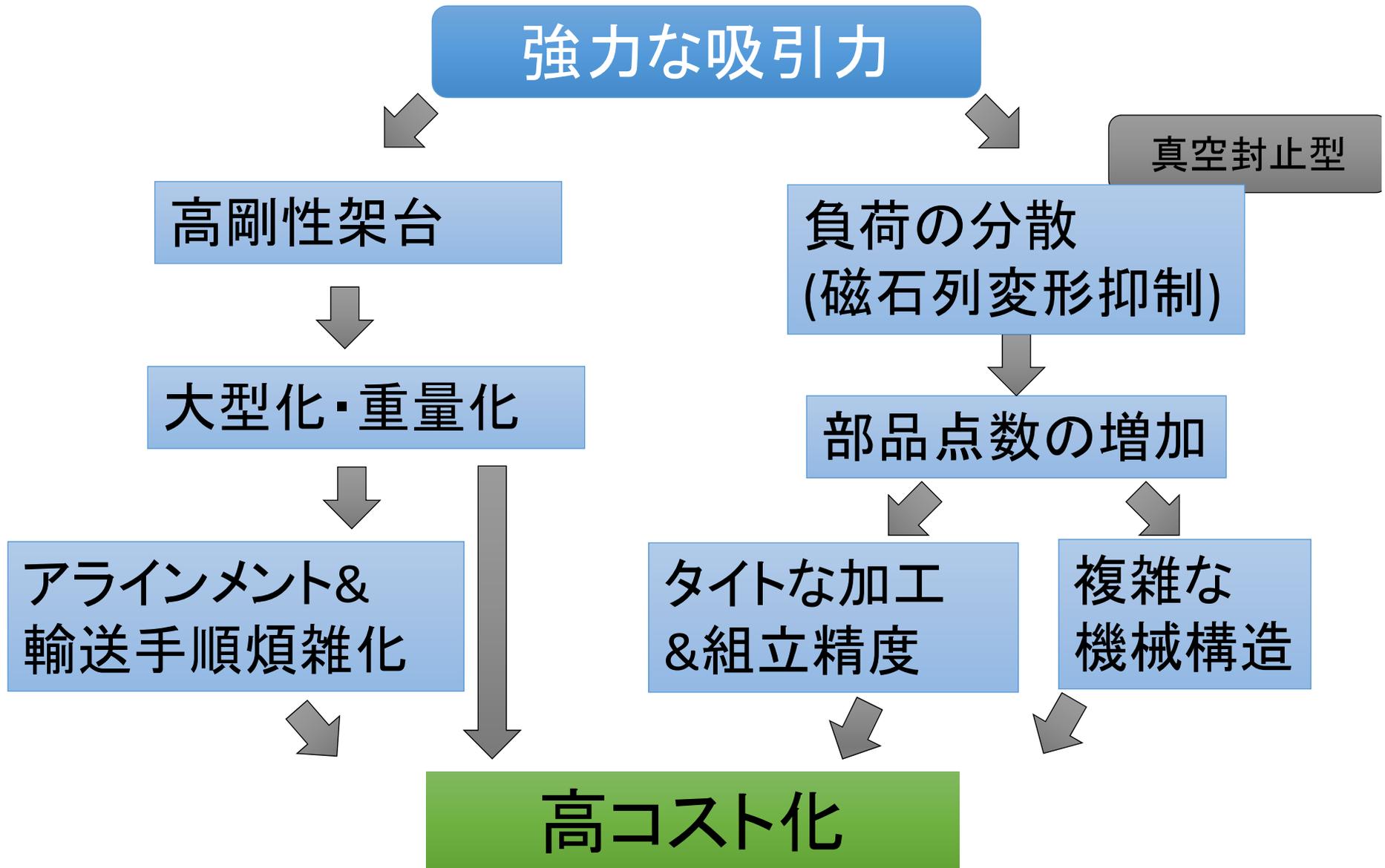
- 心臓部である磁石の他
- ✓ 重厚長大な駆動架台
- ✓ 複雑な機械構造



真空封止型：さらに複雑な機械構造



従来型アンジュレータの問題点



吸引力を相殺したアンジュレータ

- 超軽量・コンパクト架台

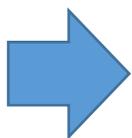
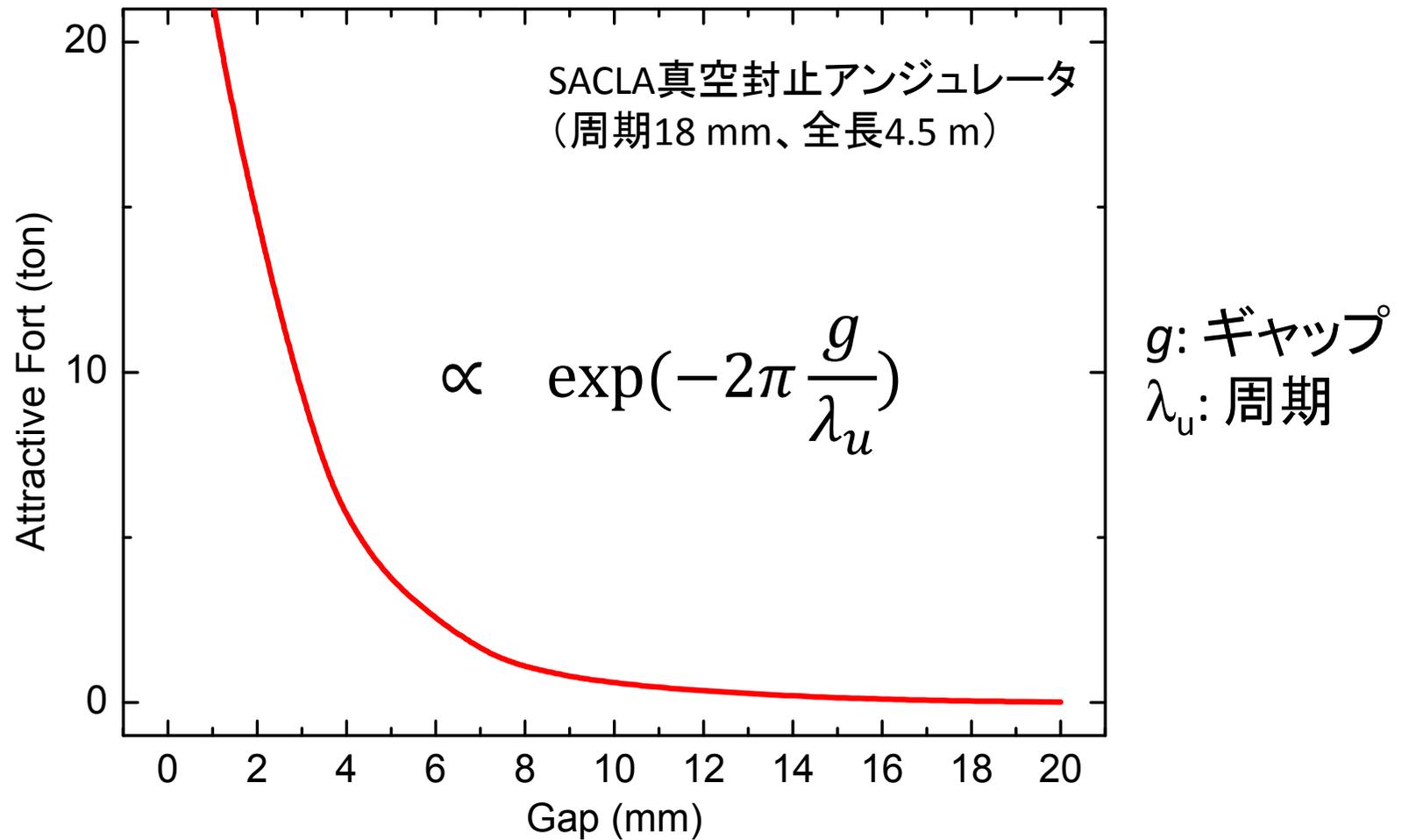
- 低コスト化
- アライメント・輸送の簡易化
- 建設期間の短縮

} SPring-8-IIアップグレード計画

- SACLA超狭ギャップ運転を見越した架台設計が容易に

- 長波長側への発振波長拡大(強磁場化)
- 短波長側への発振波長拡大(短周期アンジュレータビームライン)

アンジュレータにおける磁気吸引力



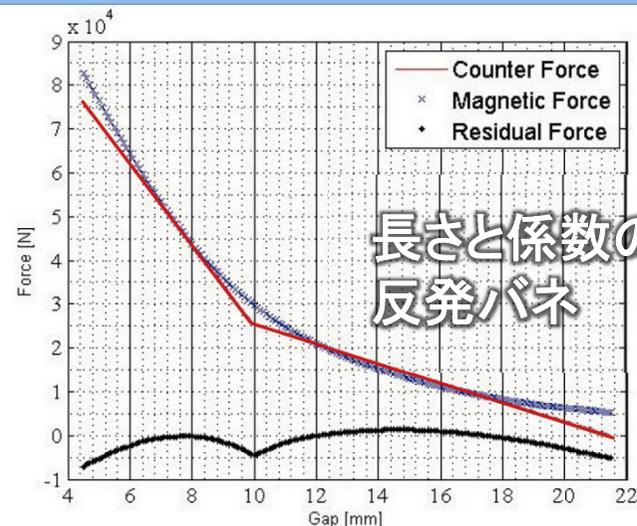
吸引力相殺機構には
吸引力と同じギャップ依存性を持つ反発力が必要

吸引力相殺機構の現状 1/2

真空封止ウィグラー(仏SOLEIL)



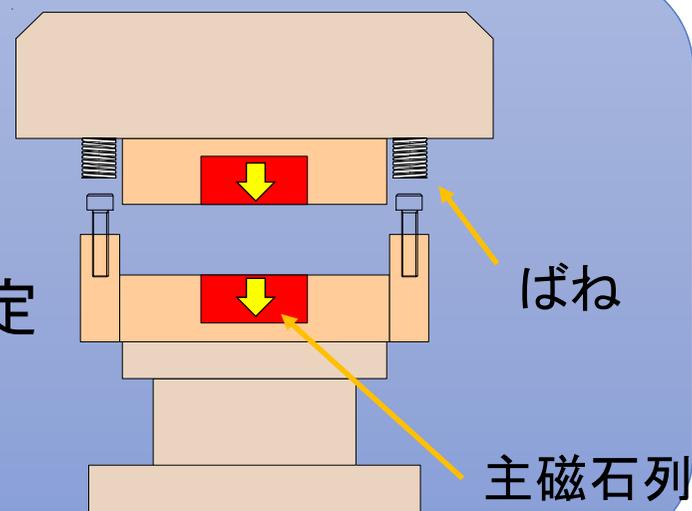
O. Marcouille et al., IPAC2010



長さと係数の異なる
反発バネ

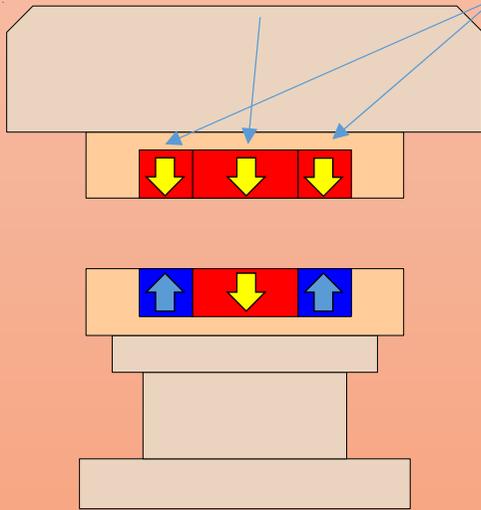
• 機械式の欠点

- 吸引力とギャップ依存性が異なる
- 閉じた(狭い)開口における磁場測定
- バネの耐久力&調整方法



吸引力相殺機構の現状 2/2

主磁石列 反発磁石列(同じ周期構造)



•磁場式

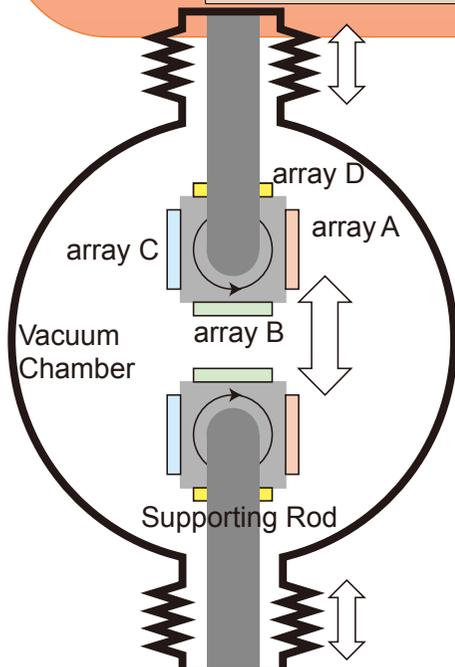
- 吸引力と同じギャップ依存性

•欠点

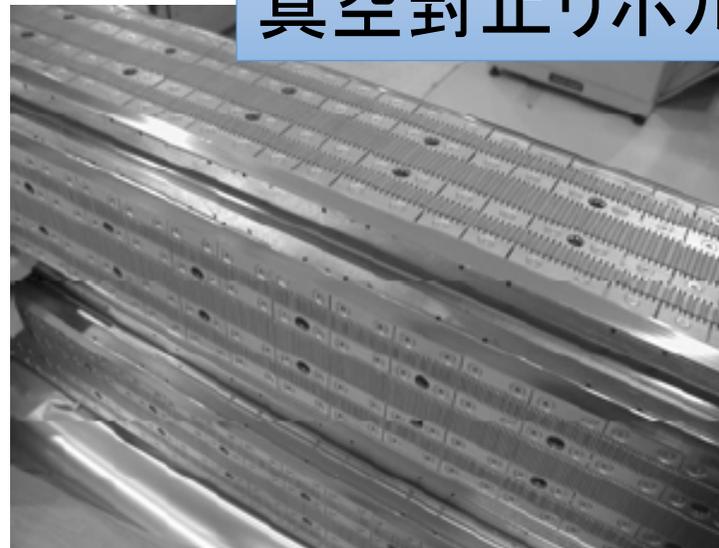
- 永久磁石、部品点数増加

高コスト

- 組み立ての手間



真空封止リボルバーU(SPring-8)



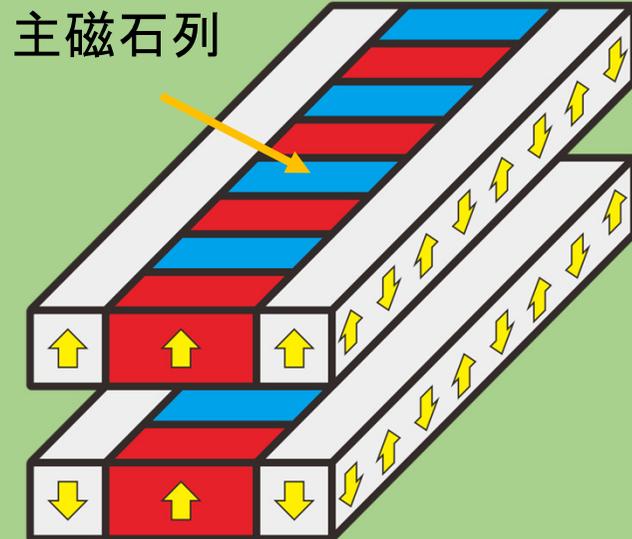
同じ周期構造

反発磁石列 W8 mm
主磁石列 W16 mm
反発磁石列 W8 mm

T. Bizen et al., SRI2003

多極着磁ブロックによる吸引力相殺

多極着磁ブロックによるアンジュレータ磁場の生成は実証済
山本樹、第10回加速器学会年会、SAOT11 (2013)



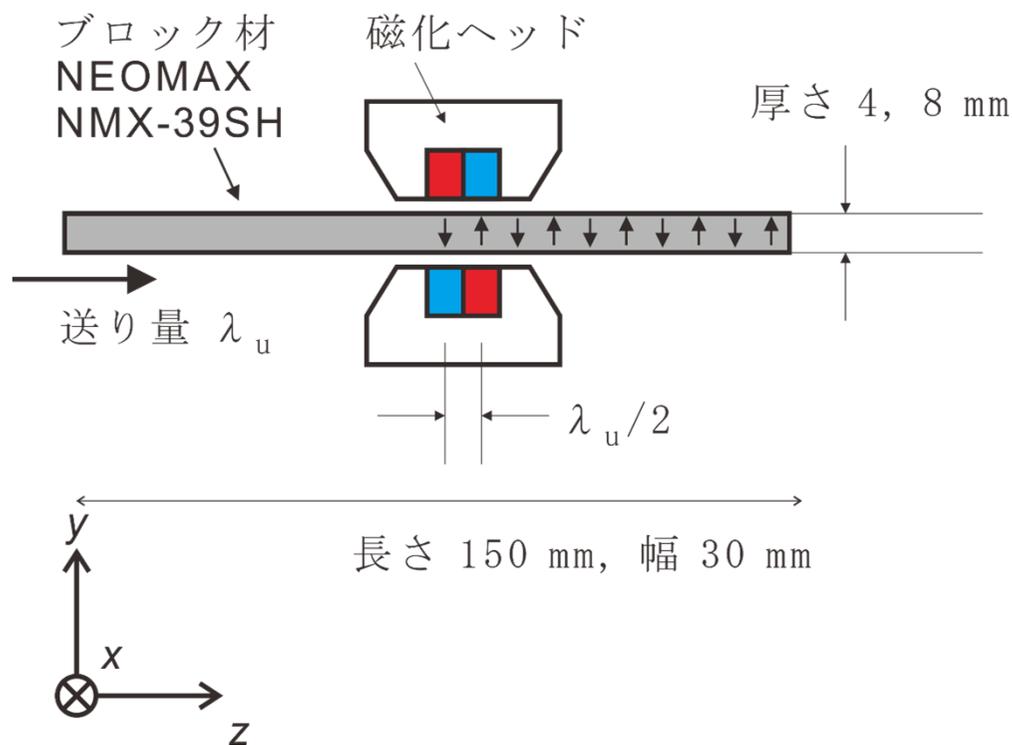
• 多極着磁ブロック方式

- 吸引力と同じギャップ依存性
- 機械的な耐久性の問題なし
- 低コスト

多極着磁ブロック = 反発磁石

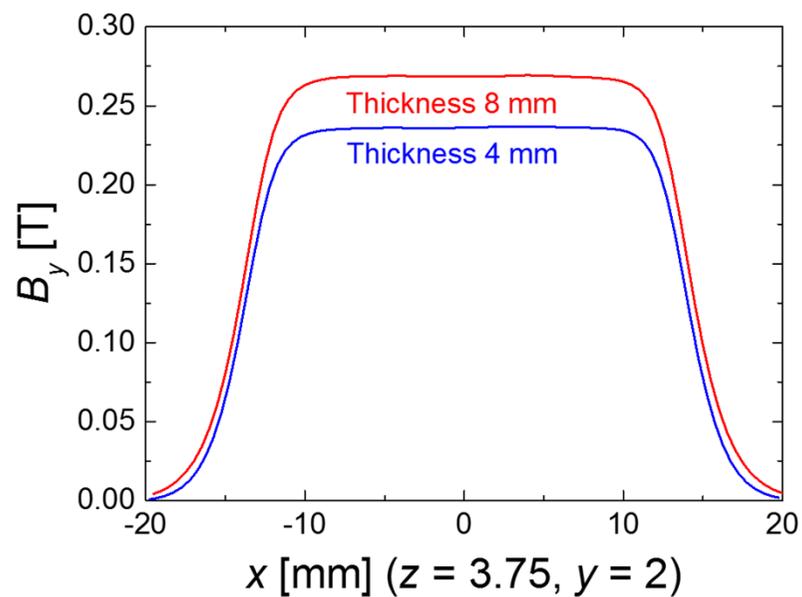
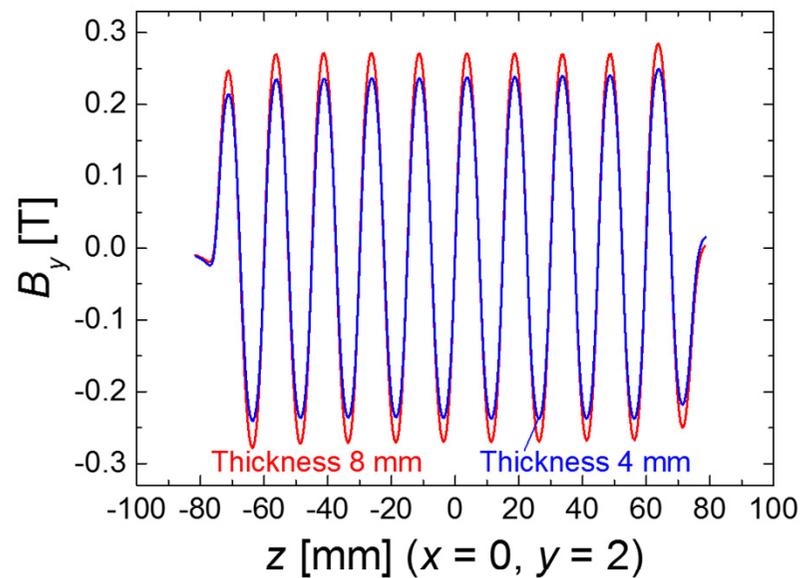
➡ ギャップ依存性の確認と、プロトタイプ設計に用いるデータ取得のため予備実験を行った

予備実験に使った 多極着磁ブロック



周期15 mmで10周期分

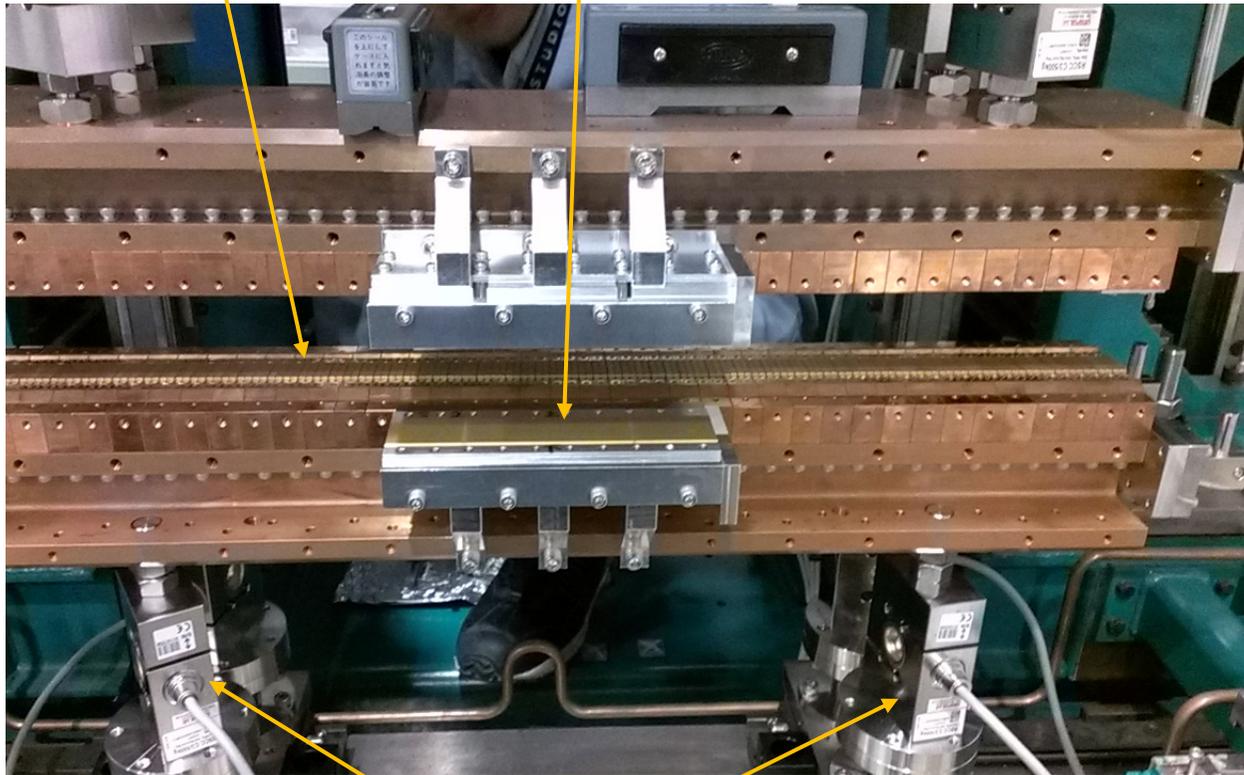
B_y の分布



吸引／反発力測定ベンチ

主磁石列 (L600 × W25)

多極着磁ブロック (L150 × W30 × 2)



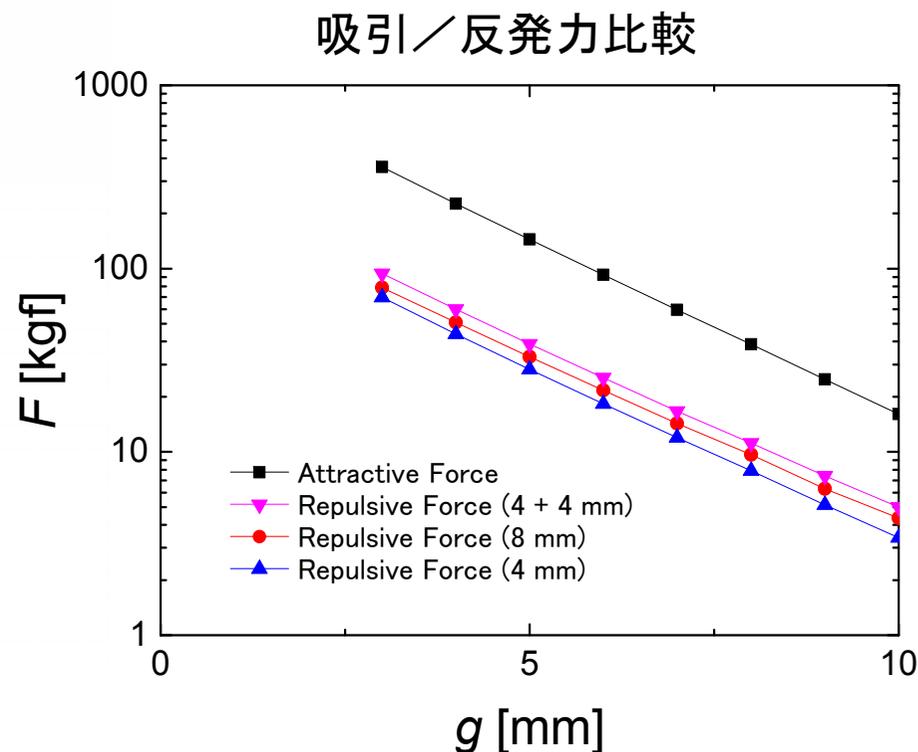
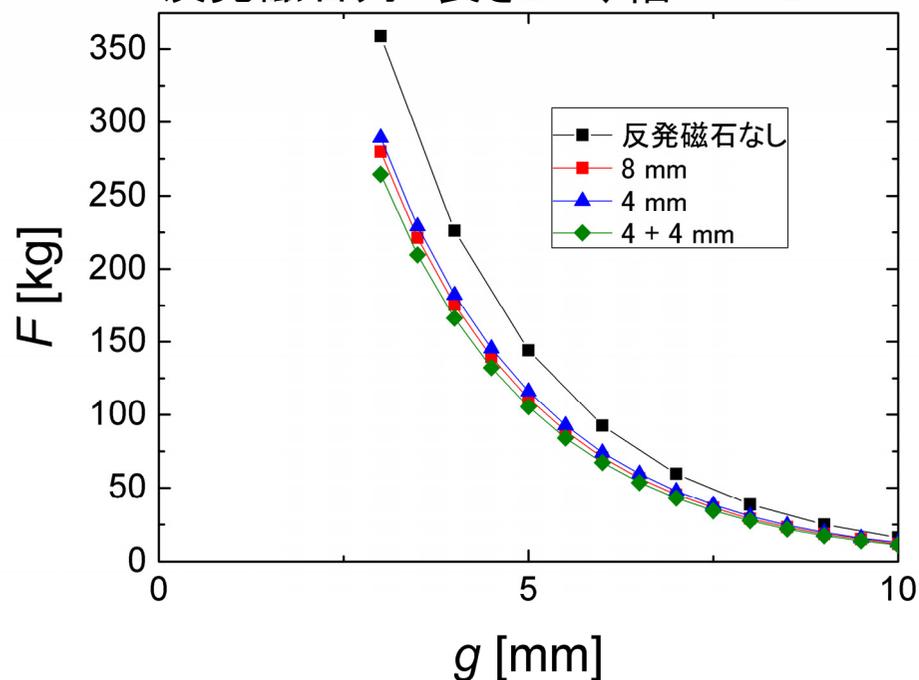
引張／圧縮ロードセル



吸引／反発力測定結果

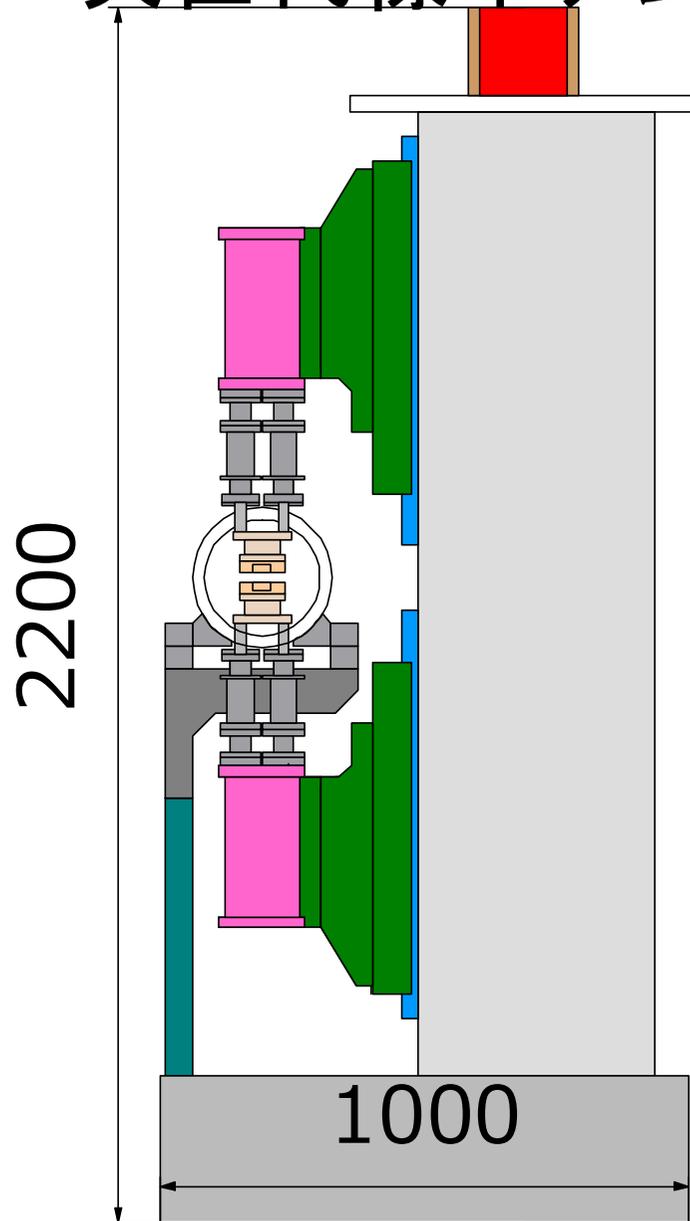
主磁石列： 全長600、幅25

反発磁石列： 長さ150、幅30 × 2



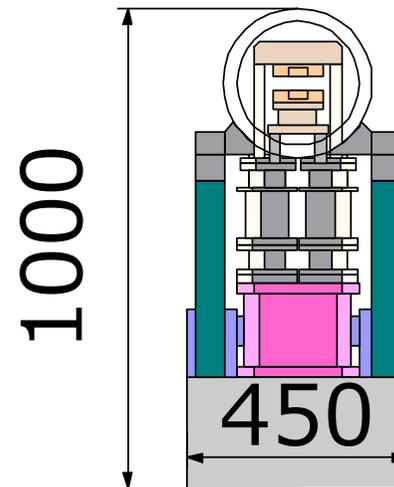
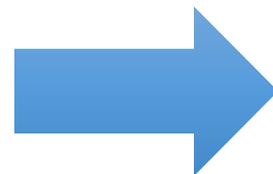
- 主磁石列の吸引力と同等のギャップ依存性を確認
- 絶対値は、実験データを元に調節可能
 - ブロックの幅や厚さ
 - 反発磁石列間ギャップと主磁石列間ギャップの差

超軽量・コンパクト架台を持つ、 次世代標準アンジュレータのプロトタイプ



- 断面積で1/4以下
 - 総重量で1/10以下
- のコンパクト&軽量化が可能

2014年度中の架台の完成
2015年度中の超狭ギャップ(1 mm)での磁場計測
を予定



まとめ

- 従来型アンジュレータが持つ諸問題
 - 重厚長大な架台
 - 複雑な機械構造
- 多極着磁ブロックを用いた磁気吸引力相殺機構予備実験
 - 主磁石列の吸引力と同じギャップ依存性を持つ反発力の生成を確認
 - プロトタイプ設計の為のデータを取得
- 超軽量・コンパクトな次世代標準アンジュレータ
 - プロトタイプの製作を進めている