

cERL周回部

高エネルギー加速器研究機構(KEK)

中村典雄

cERL周回部の役割

1) 低エミッタンス・大電流ビームの加速 & 周回

当面の目標 1 mm mrad @ 10mA(7.7pC/bunch)

2) ビーム品質の保持

3) エネルギー回収

4) 減速ビームの取出し・ダンプ

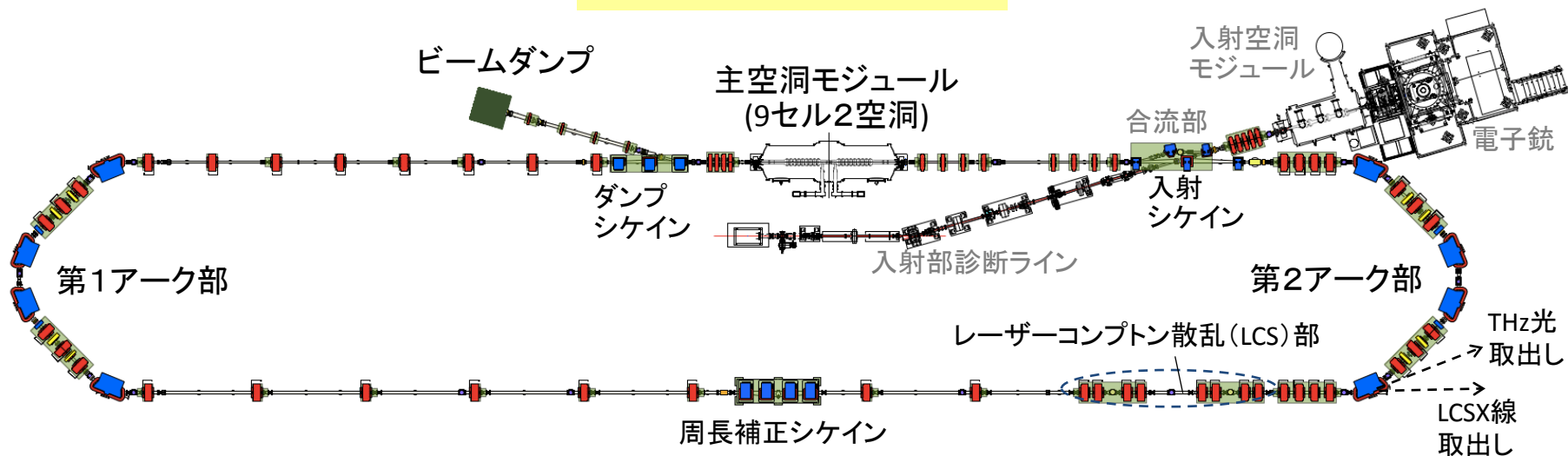
5) 低ビームロス

6) 利用実験

→ 3GeV ERL光源に向けた経験を積む

周回部レイアウト(電磁石・空洞)

35 MeV cERL 配置図



電磁石(周回部)

青: 偏向電磁石(アーク部) 8台、シケイン電磁石(入射、ダンプ、周長補正) 10台

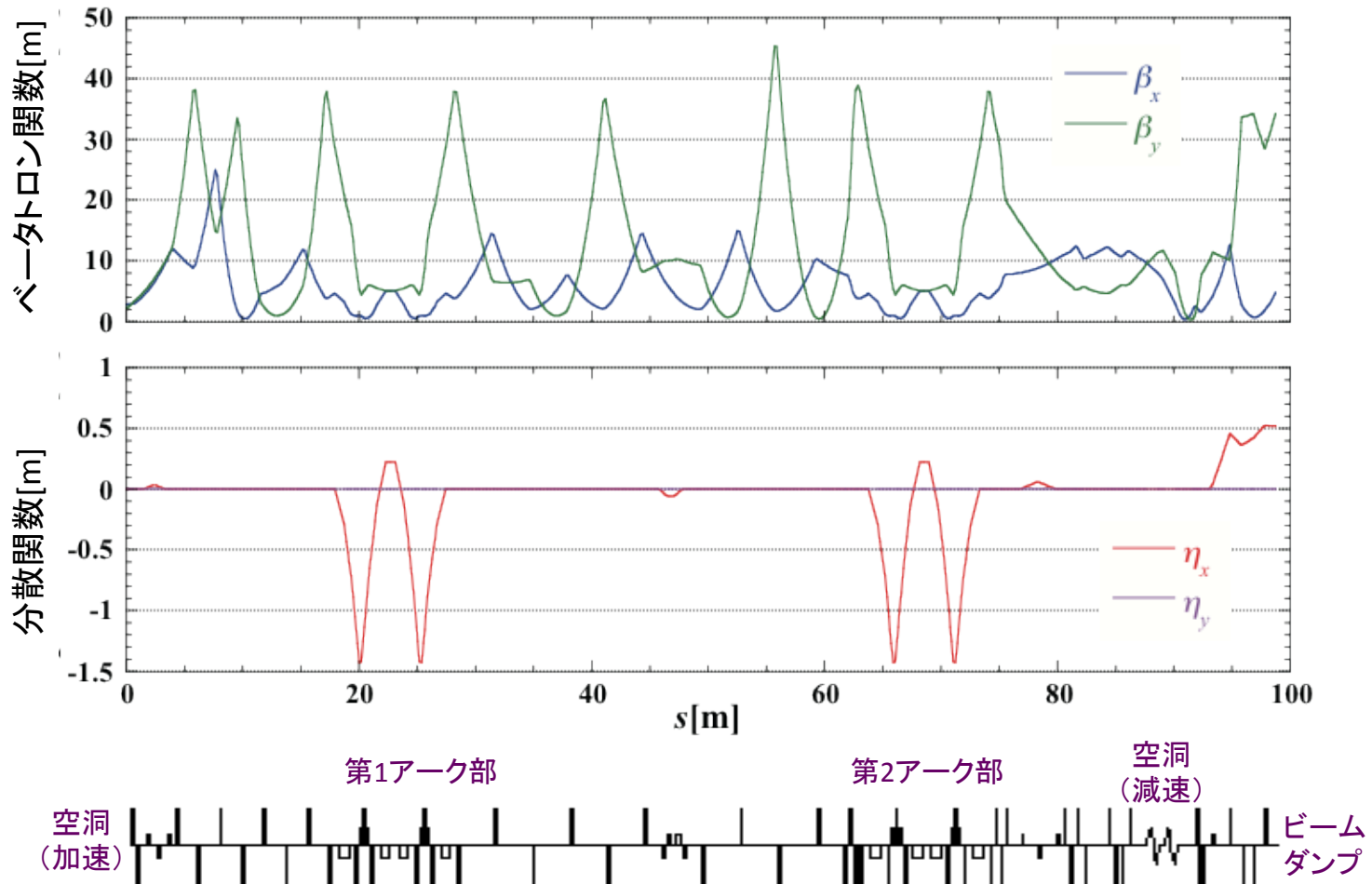
赤: 四極電磁石 56台

黄: 六極電磁石 8台(来年度設置予定)

薄緑: 架台

周回部オプティクス

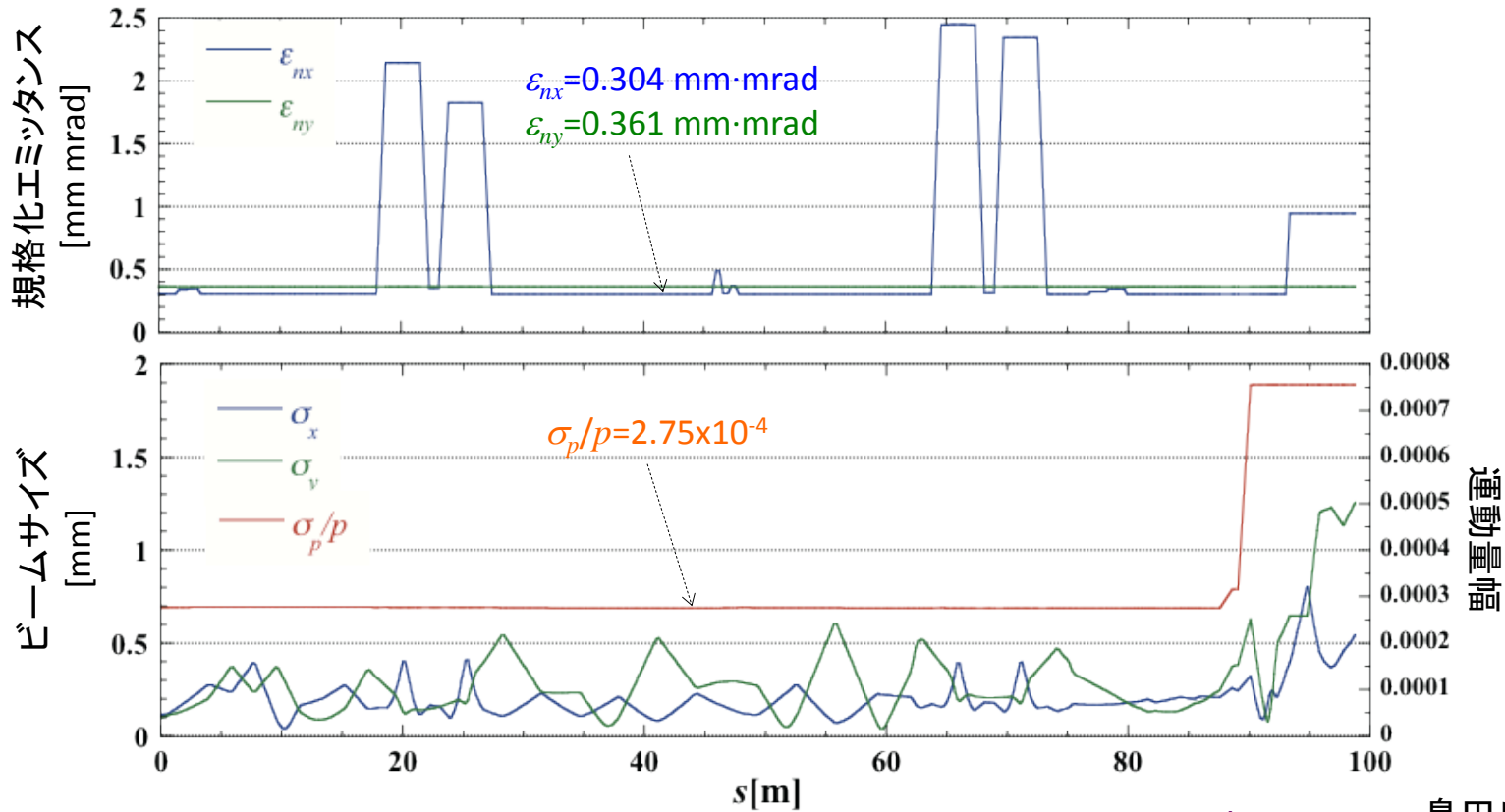
通常運転モード(主空洞出口からビームダンプ)



アーク部: コヒーレント放射(CSR)効果抑制、isochronous(等時性)

ビーム品質の保持

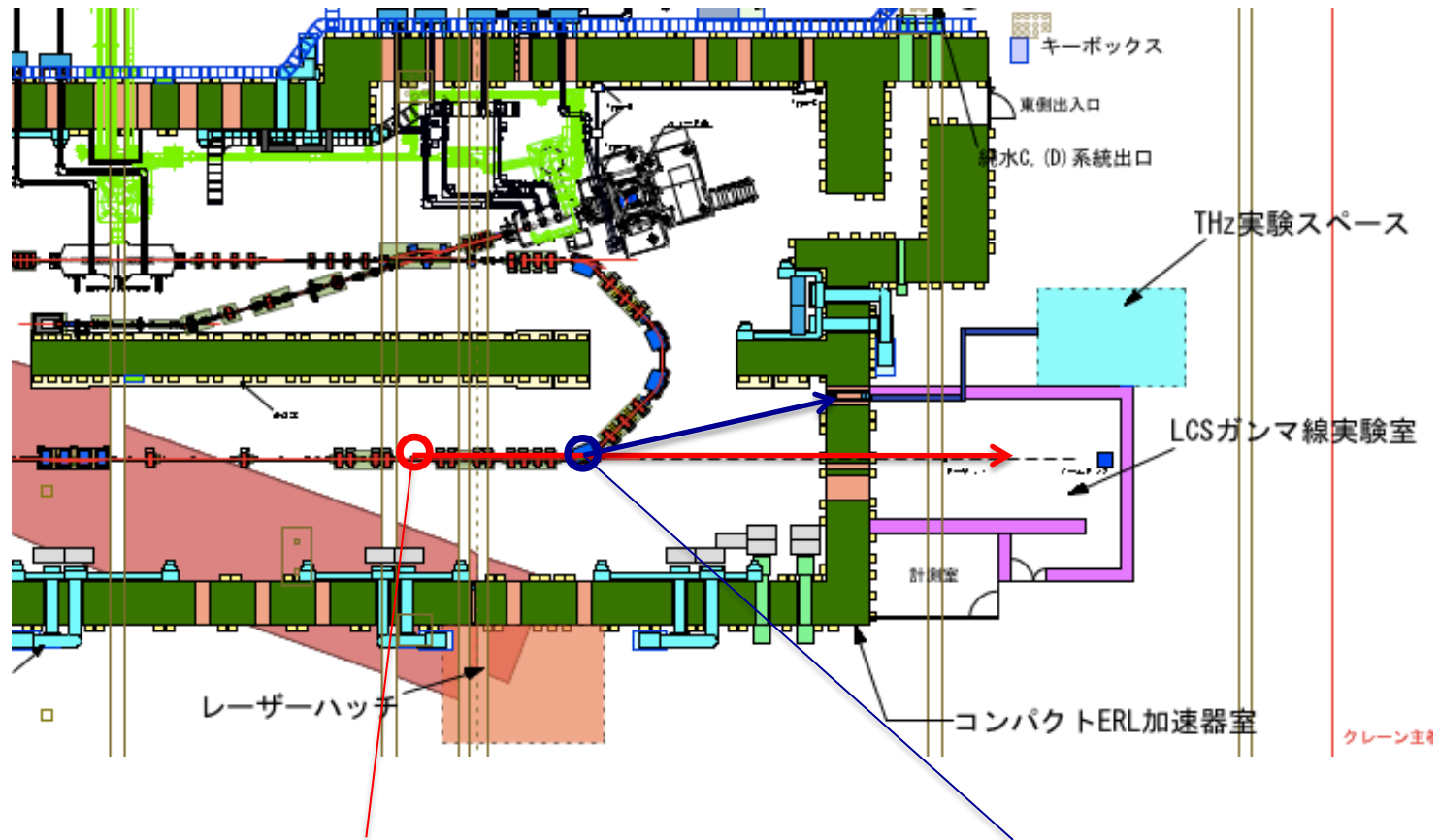
ビームパラメータの変化 (35MeV, 7.7pC/bunch)



島田氏計算

周回部でCSRなどによるビーム品質の劣化はほとんどない。

cERL利用実験計画



レーザーコンプトン散乱(LCS)X線/ γ 線の発生

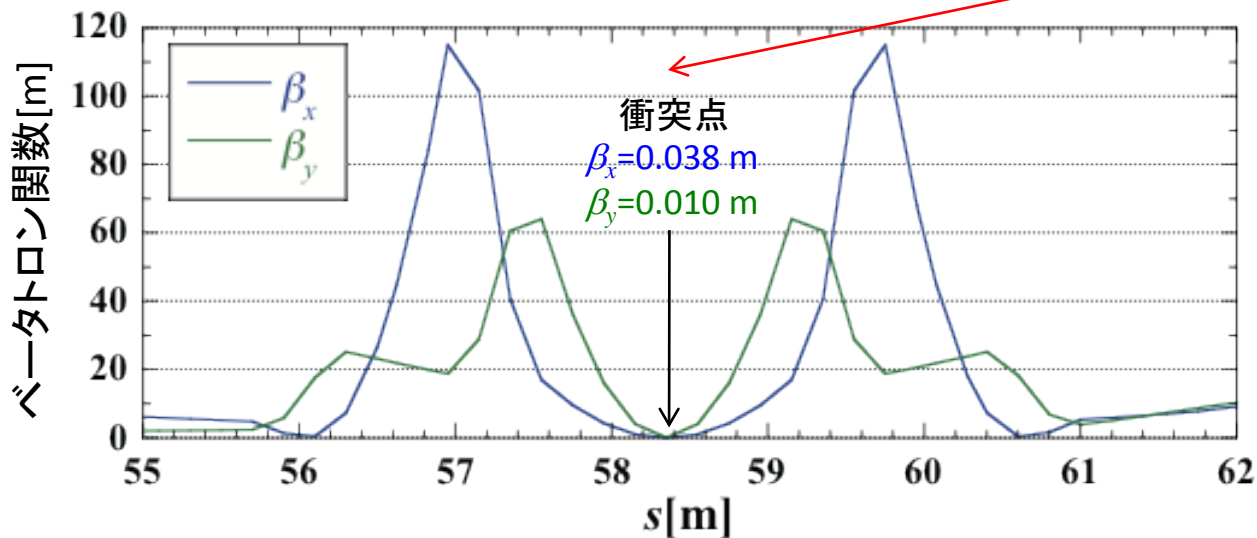
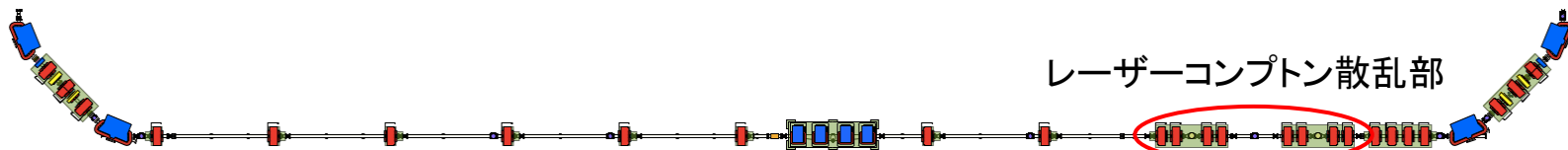
- 極小電子ビームの生成
- 電子ビームとレーザーとのコンプトン散乱X線
- レーザー共振器の使用

コヒーレント・テラヘルツ(THz)光の発生

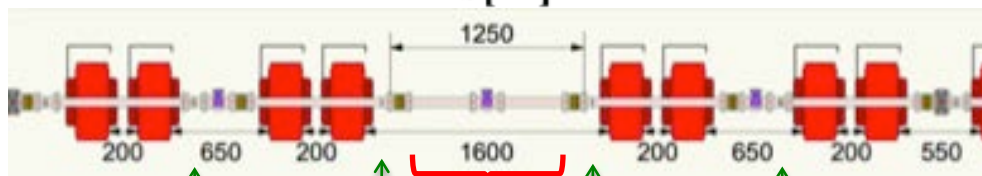
- 超短バンチ電子ビームの生成(バンチ圧縮)
- 第2アーク部偏向電磁石からの放射

極小電子ビームの生成

LCS運転モード



ビームサイズ(衝突点)
 $\sigma_x = 12.8 \mu\text{m}$
 $\sigma_y = 6.6 \mu\text{m}$
@ $\varepsilon_{nx} = \varepsilon_{ny} = 0.3 \text{ mm mrad}$



BPM
SCM

レーザー共振器

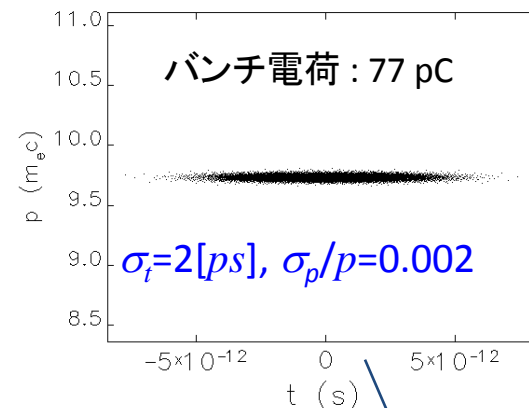
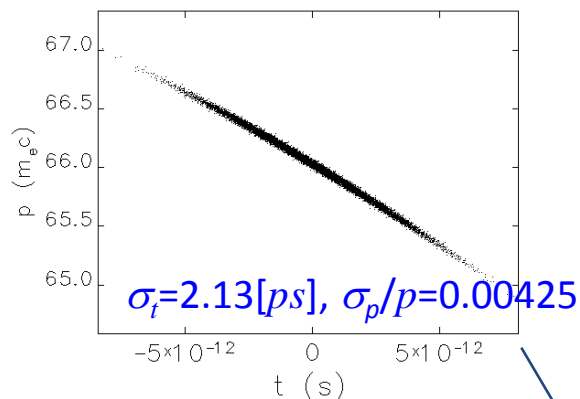
BPM
SCM

BPM: ビーム位置モニタ
SCM: スクリーンモニタ

超短バンチ電子ビームの生成

バンチ圧縮運転モード

- (1) アーク部オプティクスの変更
- (2) RF位相の変更 (off-crest加速)
- (3) 六極電磁石の導入



第1アーク部

四極電磁石

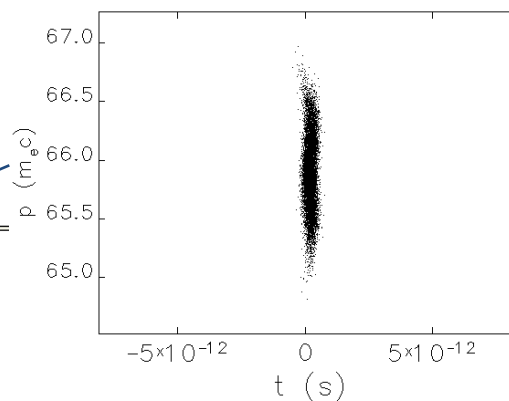
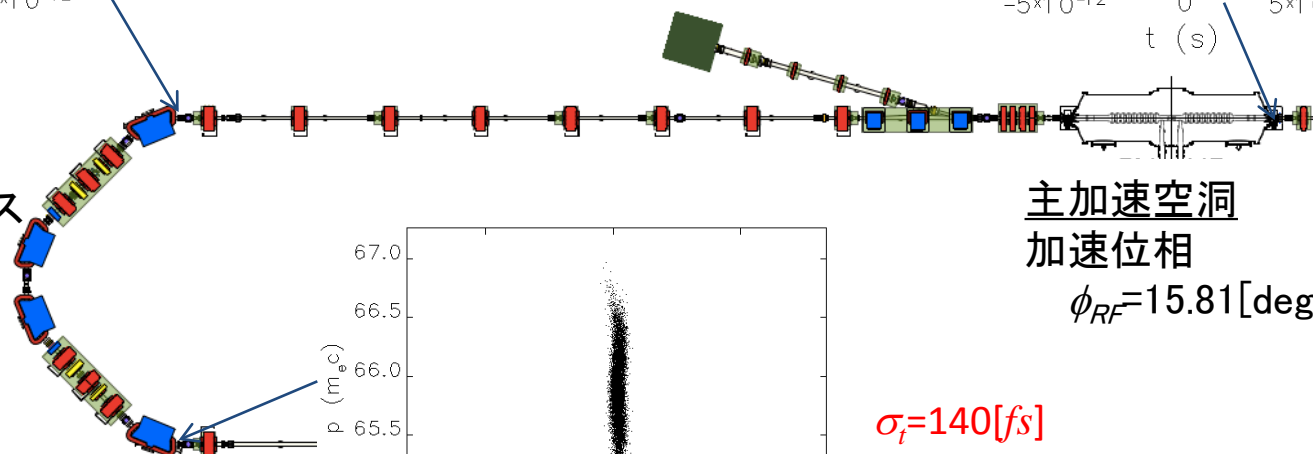
非等時性オプティクス

$$\alpha = (\Delta L/L) / (\Delta p/p) > 0$$

六極電磁石ON

$$K_2(\text{SX1}) = 46.5 [\text{m}^{-3}]$$

$$K_2(\text{SX2}) = 14.0 [\text{m}^{-3}]$$



バンチ圧縮モードで第1アーク後に150fs以下のバンチ生成が可能である。

電磁石システム

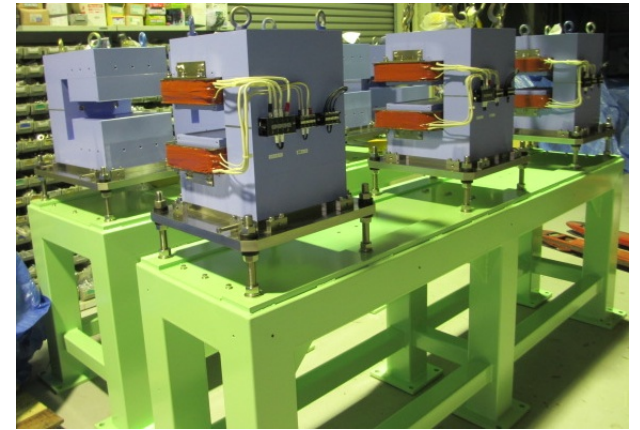
原田・上田・石井氏提供



アーク部偏向電磁石



四極電磁石 (20cm)



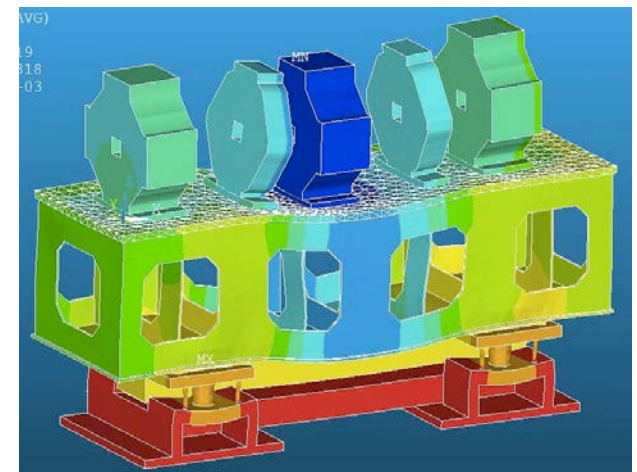
シケイン電磁石



偏向電磁石電源 (上)
四極電磁石電源 (下)



電磁石架台

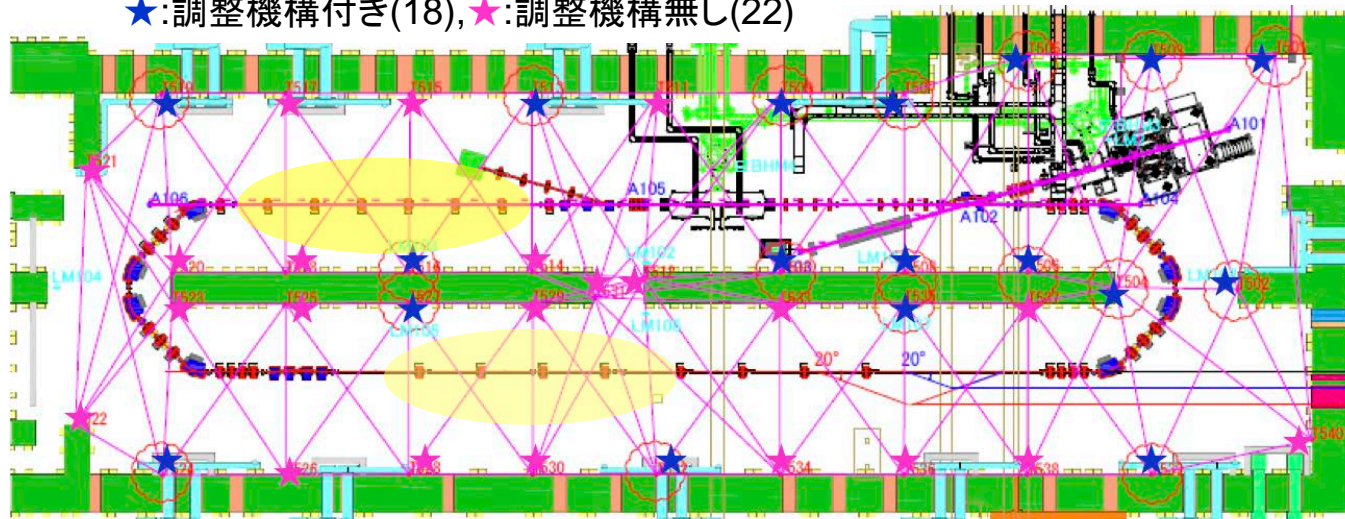


アーク部共通架台の構造解析

アライメント・測量

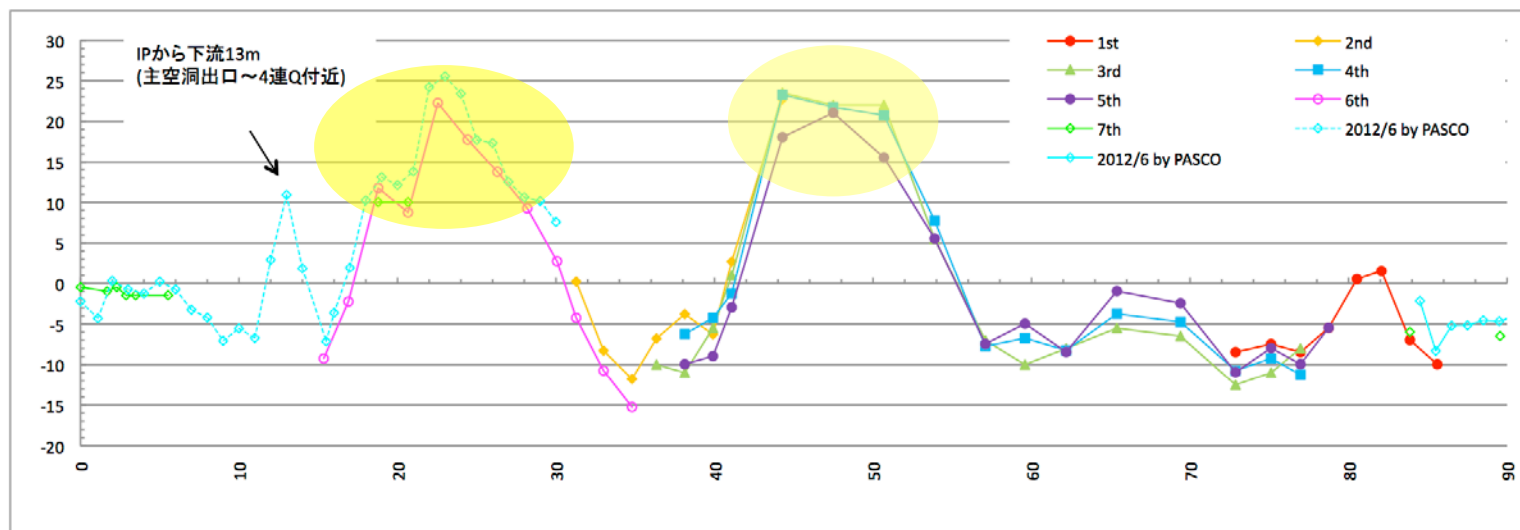
久米氏提供

★:調整機構付き(18), ★:調整機構無し(22)



基準座
(調整機構付き)

アライメント用基準座の配置



床面高さの測定

真空機器・モニタ配置

ビーム位置モニタ

—○ BPM (41)

スクリーンモニタ

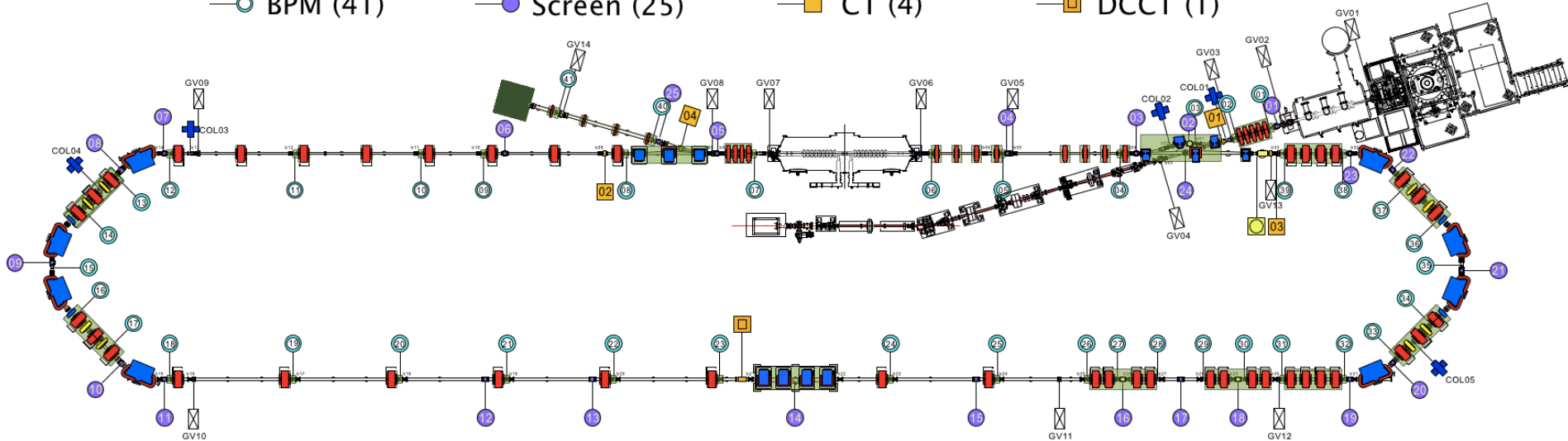
—● Screen (25)

パルス電流モニタ

—■ CT (4)

直流電流モニタ

—□ DCCT (1)



—+ Collimator (5)
コリメータ

—⊠ Gate Valve (14)
ゲートバルブ

—■ Movable Dump (1)
可動ダンプ
(ビーム調整用)

真空ダクト(周回部)

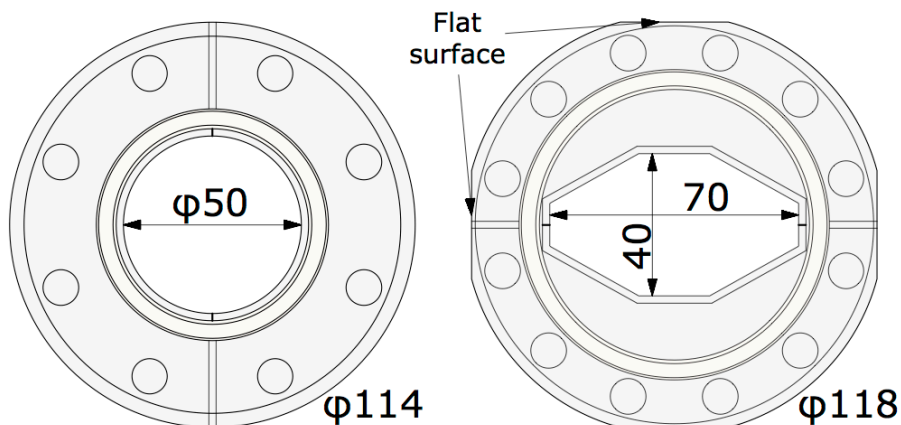
直線部: ステンレス製円形, $\phi 50\text{mm}$

アーク部: ステンレス製八角形, $70\text{mm(H)} \times 40\text{mm(V)}$

ダンプ部: ステンレス製円形, $\phi 84.9\text{mm}$, $\phi 100\text{mm}$

シケイン部: ステンレス製, 特殊構造

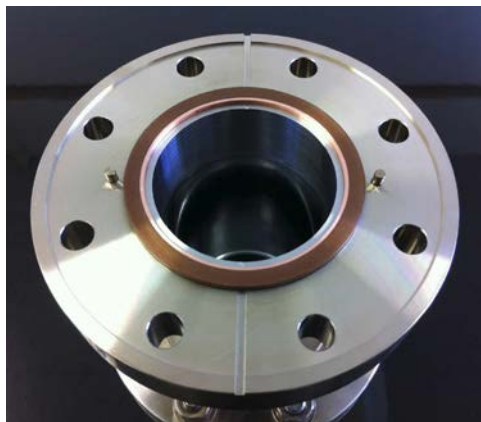
真空システム



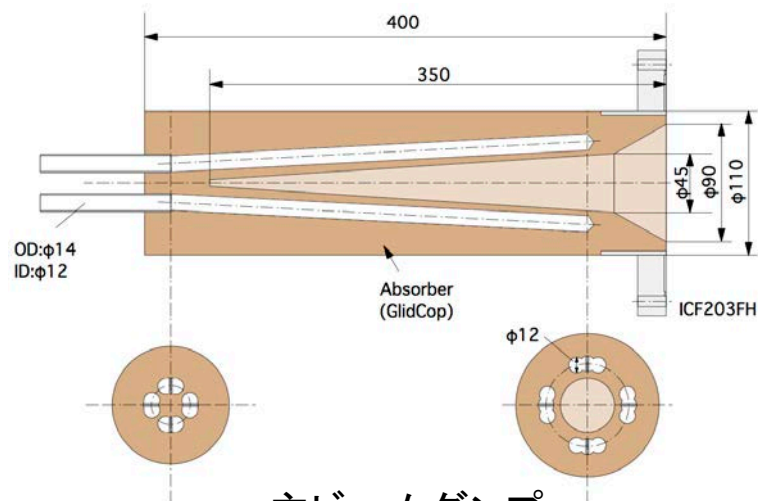
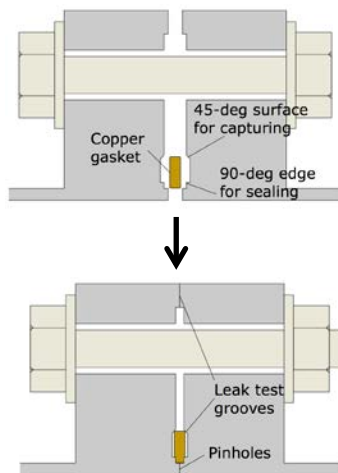
直線部
真空ダクト断面(フランジ付き)



フィルムヒータによるベーキング試験



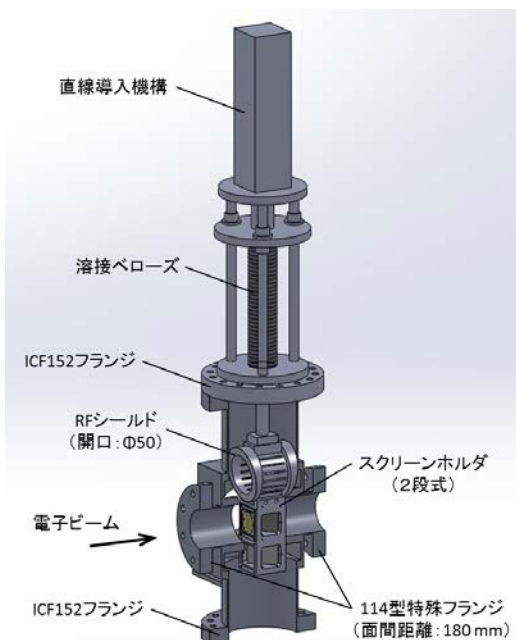
“ゼロギャップ”フランジ



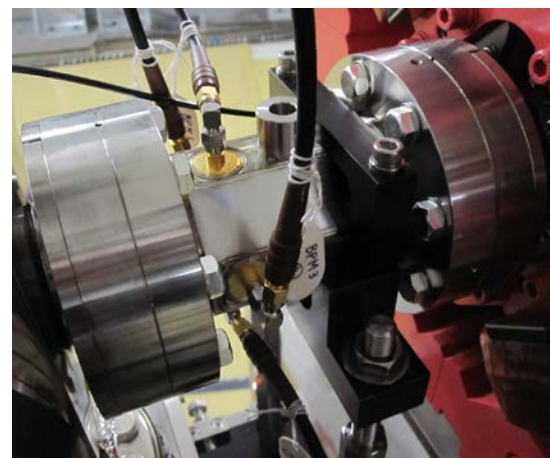
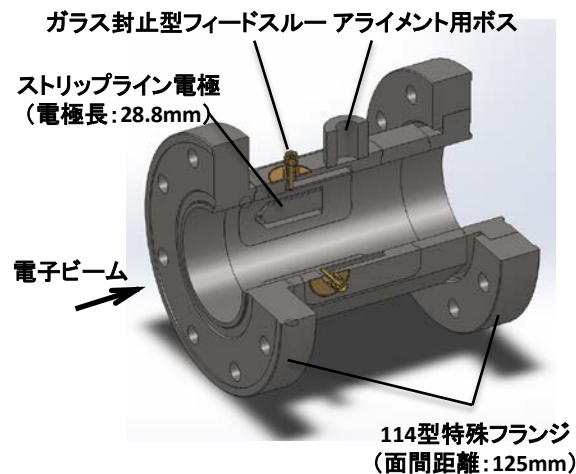
主ビームダンプ

谷本氏提供

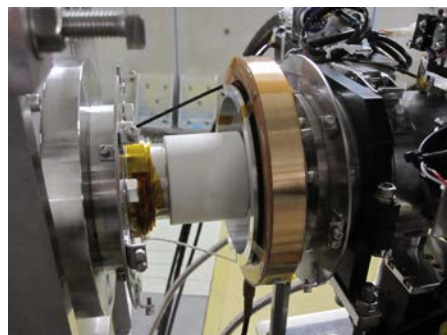
ビームモニタ



スクリーンモニタ (YAG, OTR)



ストリップライン型ビーム位置モニタ



CT (パルス電流モニタ)

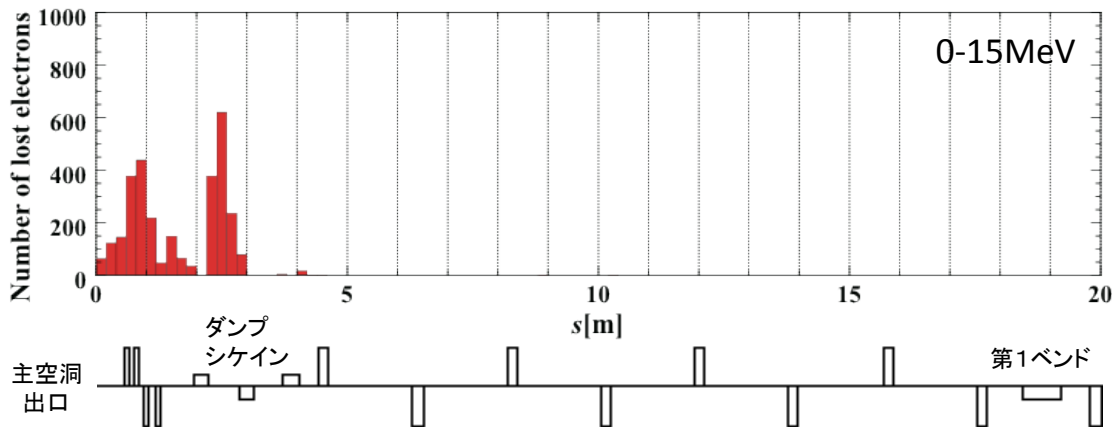
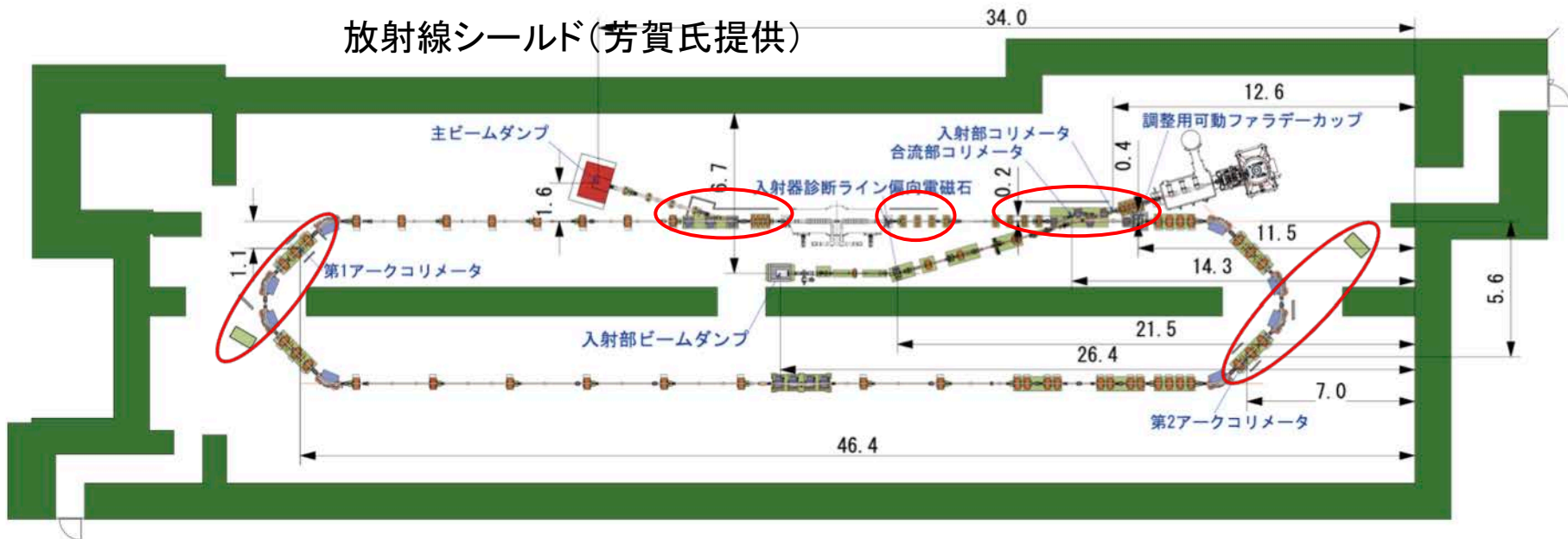


DCCT (直流電流モニタ)

高井氏提供

放射線シールド

放射線シールド(芳賀氏提供)



主空洞のフィールドエミッションによるビームロスシミュレーションの例

周回部工程スケジュール

年度	2013年度														
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
電磁石 アライメント	製作・試験・調整			アンカー打ち・設置		基準測量・けがき		アライメント		全周測量		ビーム調整		ビーム調整・運転	
真空 モニタ	製作・試験・調整			主空洞接続作業		設置・ベーキング		ビーム調整		ビーム調整		ビーム調整・運転			
主空洞	接続作業		大電力試験		冷却		ビーム調整		ビーム調整		ビーム調整・運転				
入射部	ビーム調整・運転			クリーンブース作業		空洞冷却・調整		空洞冷却		ビーム調整		ビーム調整・運転			
施設・安全	ダンプ・遮蔽設置		インターロック作業		施設検査										

注)現状での予定(概略)。今後変更の可能性あり。

まとめ

- cERL周回部はビーム品質保持のためにオプティクスが最適化され、将来の利用実験に合わせて、極小ビームや超短バンチの生成を行える設計になっている。
- 電磁石システム、真空システム、ビームモニタ、放射線シールドなどの設計・製作・試験が進められている。
- 11月の主空洞の大電力試験、その後のビームコミッショニングに向けて周回部設置の作業工程スケジュールが決まりつつある。