

# 周回部の検討

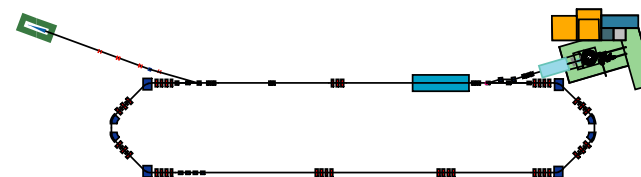
## 電磁石・電源・真空・診断系

cERL Beam Dynamics Working Group、他  
原田、島田、上田、長橋、小林、本田、谷本、帯名、他  
所外を含む各担当者

## 周回部段階的アップグレード

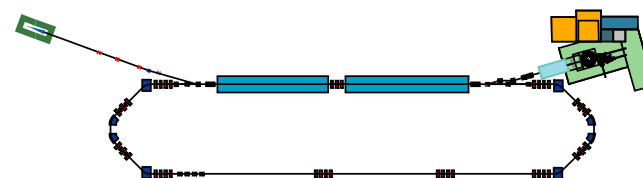
- ・ 最初: 35 MeV, 10 mA (またはそれ以下)

- ・ オプティクス設計中
- ・ 空洞設置予定部分に代わりに4極を入れる
- ・ 真空及び診断系の詳細配置、設計を開始。



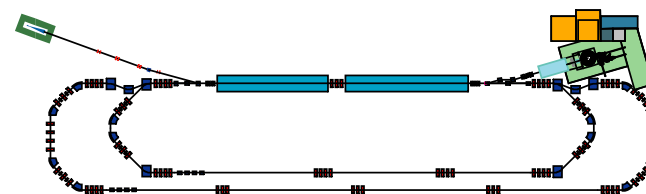
- ・ エネルギーアップグレード: 125 MeV

- ・ 予算とスケジュールに依る。(空洞モジュール追加前に外側ループ建設もあり得る)
- ・ オプティクス設計、トラッキングシミュレーションほぼ完了



- ・ 最終ゴール: 245 MeV

- ・ 2ループ
- ・ オプティクスマッチング手法を確立
- ・ CSRを入れたトラッキングシミュレーションが次の課題



## 周回部ラティス設計指針

- ・ 周回部はRFや電子銃の試験の為に設置される。
- ・ 周回部自身は、最先端の技術の詰まった難しい部分ではない。
- ・ RFと電子銃の試験が十分に行えて、最初の段階のテスト的ユーザー運転（テラヘルツ光発生や逆コンプトン散乱、FELなど）の為に拡張が可能となる最小限、最低限、予算最小の周回部を作る。
- ・ 電磁石、電源などは既存の予備品、廃品、譲渡品を最大限に活用する。場合によってはバンチ圧縮は次のフェイズとし、弧部の4極、6極は減らすことも視野に入れる。最初はビーム周回に絶対必要な最低限の要素に抑え、徐々にアップグレードすることを前提とする。

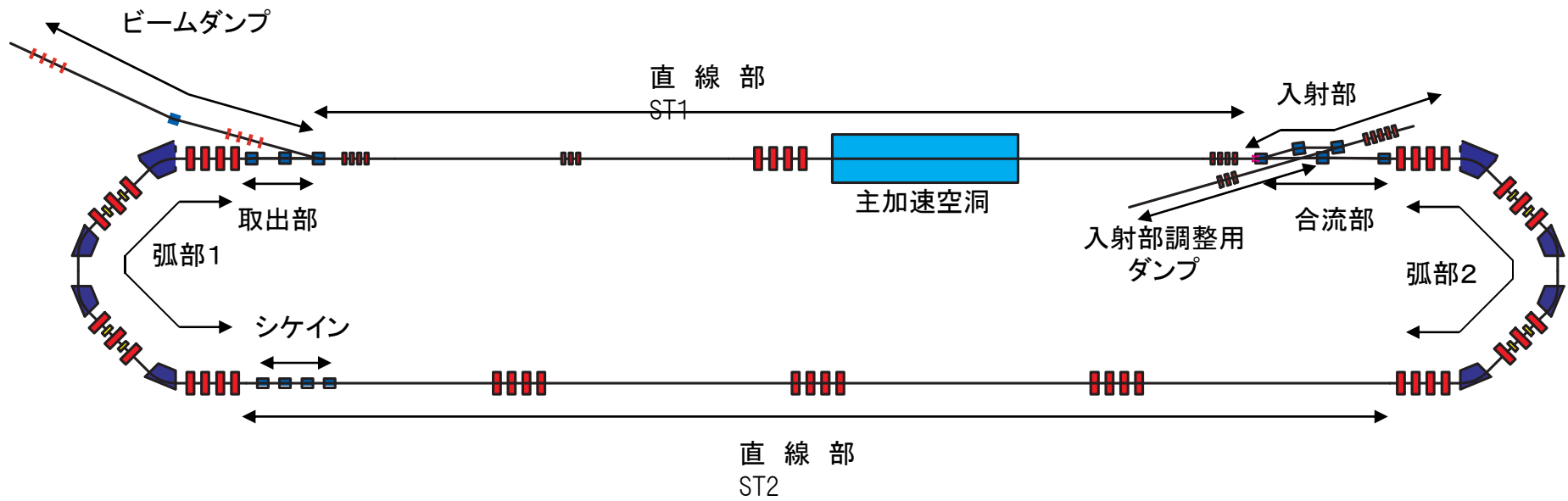
# 電磁石・電源・ラティスの現状

- ・ 最小限、最低限、最小予算で現実的な周回部のオプティクスを設計開始。
- ・ 電磁石・電源については、新規製作と再利用の両方の可能性を探りつつ、設計を進行中。
  - ・ 新規作成の可能性：電磁石及び架台の詳細設計を開始。業者の方と下打ち合わせを行い、架台を含めて詳細設計中。
  - ・ 再利用の可能性：JAEAから譲渡された電磁石の磁場測定を開始。（治具を設計中。） さらに、譲渡される可能性のある加速器を下見、下交渉を行っている。

## 新規製作可能性:

- ・ 偏向電磁石については、3Dの磁場計算、詳細設計完了。珪素鋼板積層で、接着後の切削加工を行う試作品を製作する予定。
- ・ 4極、6極電磁石本体、架台及び電源については検討開始。最小限のラティスを設計中。

# 現在のラティス案 (削る前の“何でもあり”版)



## 現在のラティス案（削る前の“何でもあり”版）

電磁石の個数（図で数えて……）

- ・ 弧部偏向電磁石： 6台＋2台。  
→ 2台（ST1側の大きいもの）はアップグレード時の分岐用として製作。
- ・ 低エネルギー（5MeV）用4極電磁石： 27台
- ・ 高エネルギー（125MeV）用4極電磁石： 44台
- ・ 高エネルギー（125MeV）用6極電磁石： 8台
- ・ 入射部、合流部、取出部、ダンプ用偏向電磁石： 9台
- ・ シケイン用偏向電磁石： 4台

注) これから各部分を必要に応じてぎりぎりまで削る。  
電源、電磁石については廃品、譲渡品の再利用を最大限考慮する。  
その為にも、手に入る可能性のある電磁石、電源は早急に入手したい。

## 電磁石の強さ (新規製作するなら)

### Qの強さ

- ・ ボア直径60mmとする。長さ20cmの場合、
  - ・ 125MeV:  $K_1=3 \rightarrow 6.3 \text{ T/m} \rightarrow 2200 \text{ A} \cdot \text{T}$ 
    - ・ 例えばコイル20ターンとして100A
  - ・ 125MeV:  $K_1=1 \rightarrow 2 \text{ T/m} \rightarrow 750 \text{ A} \cdot \text{T}$
  - ・ 35MeV:  $K_1=3 \rightarrow 1.75 \text{ T/m} \rightarrow 630 \text{ A} \cdot \text{T}$
  - ・ 35MeV:  $K_1=1 \rightarrow 0.6 \text{ T/m} \rightarrow 210 \text{ A} \cdot \text{T}$

### Bの強さ

- ・ 磁極ギャップ60mmの場合、
  - ・ 125MeV:  $\rho=1 \rightarrow 0.42 \text{ T/m} \rightarrow 20000 \text{ A} \cdot \text{T}$ 
    - ・ 例えばコイル70ターンとして約300A
  - ・ 35MeV:  $\rho=1 \rightarrow 0.12 \text{ T/m} \rightarrow 5600 \text{ A} \cdot \text{T}$
- ・ 125MeV用のB電源は恐らくリングの主Q電源と同等程度の電源になる
- ・ 125MeV用のQ電源はラックマウントの小型電源で済む
- ・ 35MeV特化するなら、予備品や廃品等である程度対応できる

# 電磁石・電源スケジュール案

## 2010年度

- 2010年4月 : 電磁石及び電源テスト機（先行1台）の設計開始
- 5月 : 可能なら、テスト機の製作手続き開始
- 夏頃 : 可能なら、テスト機の入札、開札、落札
- 年末頃 : テスト機の納入
- 2011年春 : テスト機の性能評価  
実機の設計開始、譲渡品の譲渡開始

## 2011年度

- 2011年4月～夏前 : 電磁石、電源の実機契約手続き開始、譲渡品の性能測定、チェック開始
- 夏～秋 : 入札、開札、落札
- 2011年末  
～年度末 : 実機電磁石、電源納入

## 2012年度

- 2012年夏前 : 磁場測定
- 秋頃 : 電源設置、ケーブル配線開始、電磁石設置据え付け開始
- 2013年春 : ビーム運転開始……



## 予算及び人員

- ・ 現在のところ、ハードウェアについては予算も含めてわずか。既存の計算機環境で、既存またはフリーのソフトウェアを使用して、シミュレーションや設計を重ねてきた。
- ・ まずは、いつ、どれだけの電磁石が譲渡されるか、電源も譲渡されるかについて、早急に決定されることが望ましい。
- ・ 人員については、建設が困難であるほどの人手不足ではない。電磁石本体は譲渡品とするにしても、電源と配線、架台を含めて据付け予算は必要。（電源は譲渡されるとしても20年以上昔のもの。）
- ・ cERLは頼まれ仕事でも嫌々の仕事でもなく、自分たちの将来の為の仕事であるという自負、自覚がある。とにかく最善を尽くし、「やる」つもり。

# 周回部の真空系(I)

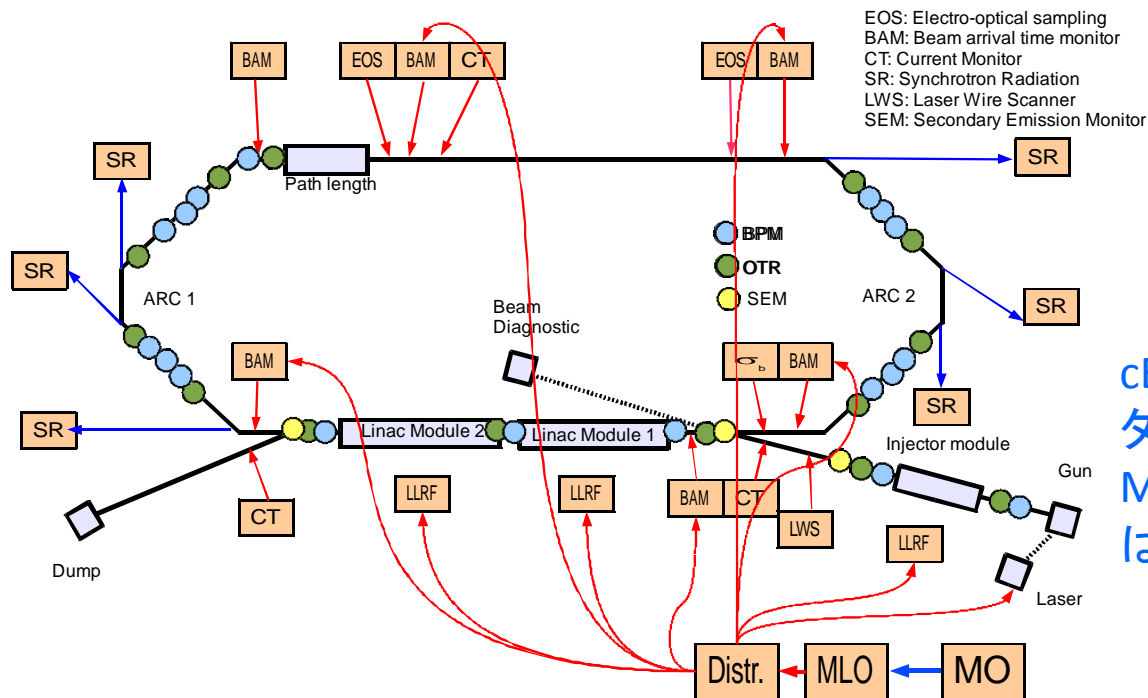
- 基本仕様
  - 直線部: 内径50 mmの円形ダクト
  - 偏向部: レーストラック形状の採用を検討(水平アパーチャ確保)
  - ダクト材質 SUS
  - 真空フランジ
    - ヘリコフレックスシールあるいはMatsumoto-Ohtsukaフランジの採用
  - 主ポンプ: NEG + 補助ポンプ: SIP
  - 粗排気: スクロールポンプ+ターボ分子ポンプ
  - インコヒーレントな放射光のアブソーバは不要
  - CSRアブソーバの必要性(バンチ圧縮の場合):
    - 部分的にアルミ合金製あるいは銅製ダクトの採用を検討
  - ビームコリメータの配置を検討
- 超伝導空洞の保護
  - 空洞直近の区間はNEGおよびSIPで十分な排気速度を確保
  - 加熱脱ガスによって $10^{-9}$  Paを達成
- その他の区間(残留ガスによるビームロスを抑制)
  - 内面処理をした低ガス放出のSUS製ダクトによりノーベイクで $10^{-7}$  Paを達成
  - 主ポンプ: SIP

## 周回部の真空系(II)

- 抵抗壁ウエーク場によるビームブレイクアップ
  - 内径50mmであればSUS製ダクトでも問題にならない
- イオン捕獲不安定性
  - 電流値増加によりビーム不安定性が観測される場合
  - 予備排気ポートにSIP+NEGを増設、さらに加熱脱ガスにより全区間 $10^{-8}$  Paを達成
  - NEGコーティングの採用？(コスト高に難あり)
  - バンチ間隙の併用が有効
  - Clearing Electrode?
- ウエーク場による発熱、バンチ伸長に関わる課題の検討を進める
  - 合流部、偏向部、CSR取出部開口などのダクト形状によるウエーク場の評価
  - フランジ、ガスケット
  - RFシールドベローズ、ゲートバルブ
    - ERLの極短バンチに対応できるRFシールドの開発
- 年次計画
  - 2010年度:ラティスと電磁石設計を受けて、ビームダクトの詳細設計、ウエーク場の評価
  - 2011年度:ビームダクトの製作、ベローズ、ゲートバルブ等の調達
  - 2012年度:真空ポンプ、真空計、電源、制御系の調達、周回部組立

# cERL 診断と制御

- **ビーム診断関連**で開発・設計・運用すべき要素
  - **Standard Beam Diagnostics** : BPM(Stripline), Screen(OTR, YAG), SR Monitor, CT, DCCT, Wire Monitor, Cavity BPM (for low current)
  - **Special Beam Diagnostics** : Bunch Arrival Monitor, Short Bunch Length Monitor (EO Sampling, Deflecting Cavity), Beam Halo
  - **Machine Safety** : Fast Beam Loss Monitor(Fast,Slow), Interlock
  - **Precise Timing/Clock Distribution** : cERL用には低位相ノイズ発振器+高シールド同軸線による分配。並行して光による分配を開発
- **制御関連** : EPICSによる制御システム構築、高速データ収集・Feedbackシステム開発、ネットワーク運用など



cERLに必要なモニターと  
タイミング信号分配系  
MLO(Master Laser Osc.)  
は将来のオプション

# 現状と見通し

- 診断と制御に関わっているメンバー（順不同；エフォート率は異なる）
  - 加速器7系 : 帯名、芳賀、多田野、高井、本田(洋)
  - その他 : 飛山、古川、佐藤(政)、中村(典)、内藤、【春日、平松】
- これまで
  - AR南電子銃開発環境でのビーム診断
    - ストリップライン製作、信号処理系の検討、その他基本測定器環境の整備など
    - スクリーンモニター、CavityBPM、Deflecting Cavity開発など（本田、松葉）
  - AR南での制御環境（EPICS）環境準備
- 2010年度
  - 東カウンターホールのネットワーク・計算機環境整備 ← 雑多な作業多数
  - AR南での診断システム開発とプロトタイプ製作 ← やることはかなり多い
  - 短バンチ測定用のフィードスルー試作、低価格のモニター設計
  - ロスモニターと高速インターロックの検討、試作
  - マスター発振器信号の安定分配方式の検討、イベントシステム検討と試作など
- 2012年度へ向けて（予算プロファイルは別資料）
  - 予算およびマンパワーは十分とは言えない（が、言っても仕方ない）
  - 与えられた予算の範囲で、再利用可能なものを利用しつつビーム診断と制御システムを構築してゆく。ユーザー運転マシンではないのでシステムの2重化やバックアップ等は無し。ただし200MeVや5GeVへの拡張が可能な構成として検討している。