



コンパクトERLの建設状況

坂中章悟

高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設

第4回ERL計画推進委員会, 2011年2月23日, 4号館1階セミナーホール

内容

1. 現在のcERLの設計
2. 2010年度の進捗
3. 2011-2012年度の予定
4. まとめ

電子銃・入射部
超伝導空洞
施設・安全

} 別途発表

コンパクトERLの目的・目標

目的

大規模なERLを建設する前に、ERLで用いられる先端技術を総合的に実証する

目標

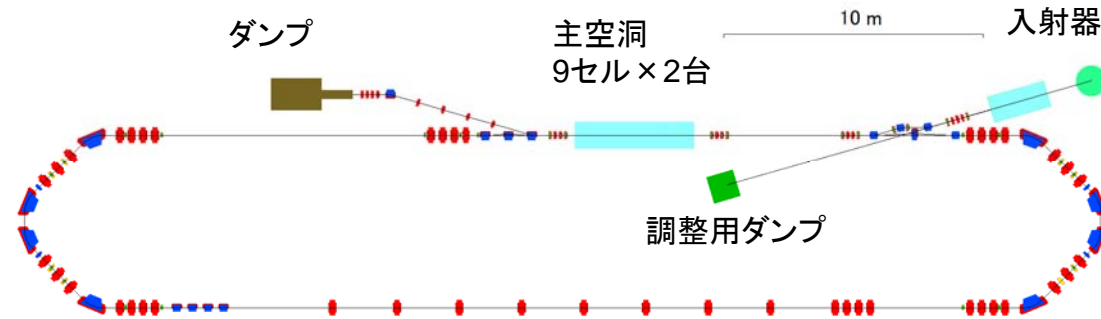
1. ERLで必要とされる高輝度 ($\epsilon_n \leq 1 \text{ mm}\cdot\text{mrad}$, $I_0 \geq 10 \text{ mA}$) の電子ビームを入射器で生成し、評価する。
2. 高輝度電子ビームを運動エネルギー約35 MeVで周回させ、エネルギー回収を行う。
3. 周回部におけるエミッタンス保存、バンチ圧縮の試験を行う。
4. 加速器の実証試験が順調に進めば、ビームを用いた利用実験を行う可能性(経費、要員も考慮すべし)

コンパクトERLの目標パラメータ

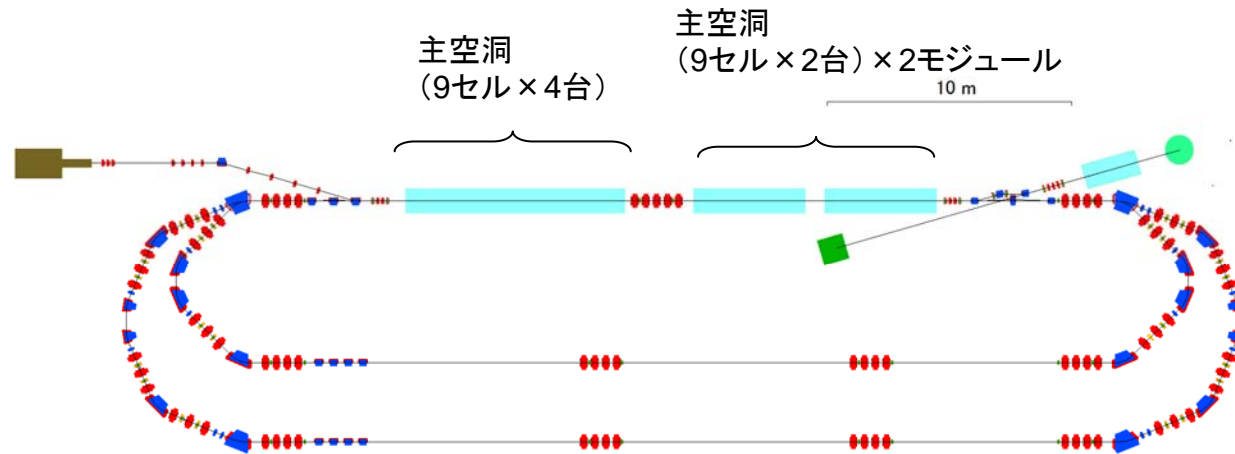
	初期目標	中期目標	拡張可能性
入射器出口での運動エネルギー	5 MeV	左に同じ	左に同じ
周回部での運動エネルギー	35 MeV (1ループ)	65 MeV (1ループ) 125 MeV (2ループ)	125 MeV (1ループ) 245 MeV (2ループ)
平均ビーム電流	10 mA	100 mA	左に同じ
主リニアックでの平均加速勾配	15 MV/m	左に同じ	左に同じ
規格化エミッタンス (mm·mrad)	1 (7.7 pC/bunch)	0.1 (7.7 pC) 1 (77 pC)	左に同じ
バンチ長 (rms)	1 - 3 ps (非圧縮) < 1 ps (圧縮)	1 - 3 ps (非圧縮) ~ 100 fs (圧縮)	左に同じ

ラティス設計

初期目標: 1ループ, 35 MeV



拡張: 2ループ, 125 - 245 MeV

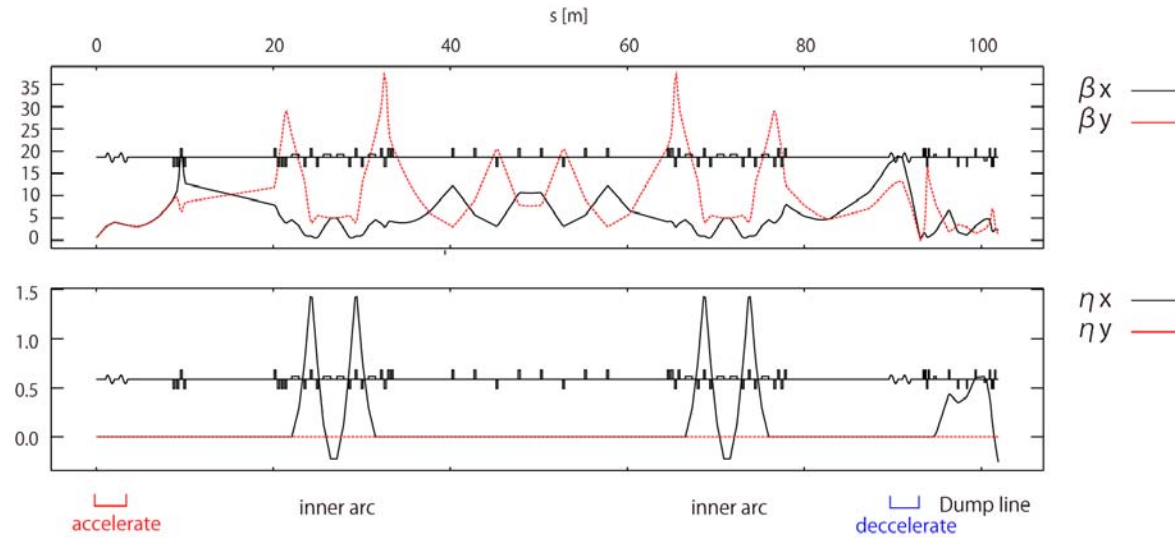


オプティクス設計

1ループ, 35 MeV

アーク部でのCSRによる
エミッタンス増大を抑え
る設計

入射器シミュレーション
(GPT)とのマッチングを
詰めている

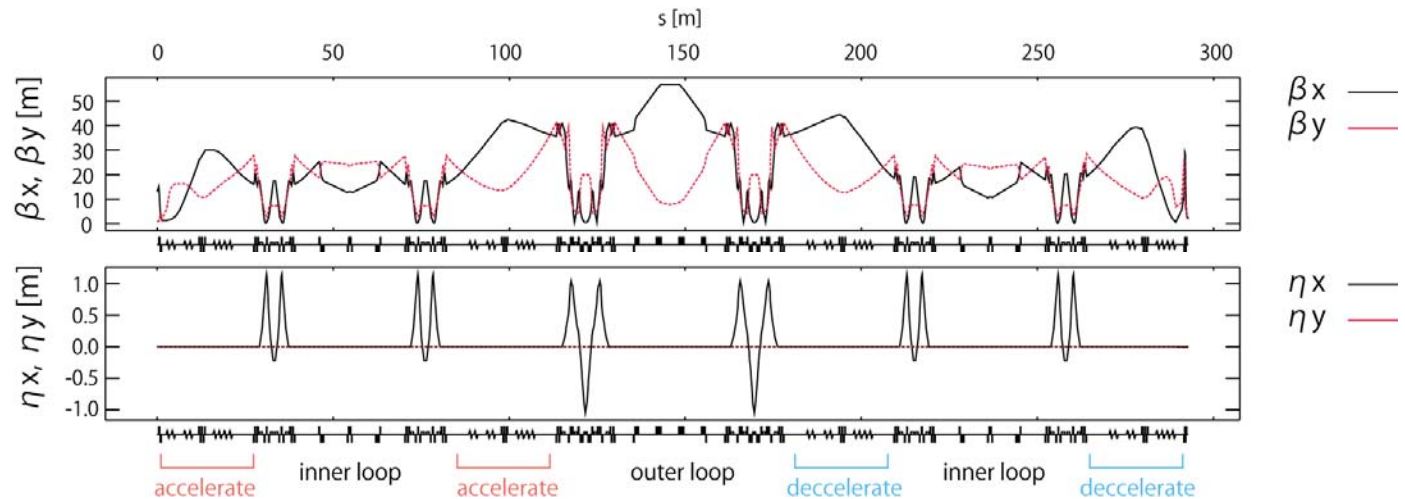


2ループ, 245 MeV

初期条件: 入射合流部出口で $(\beta_x, \alpha_x, \beta_y, \alpha_y) = (13 \text{ m}, -2, 0.7 \text{ m}, 0)$

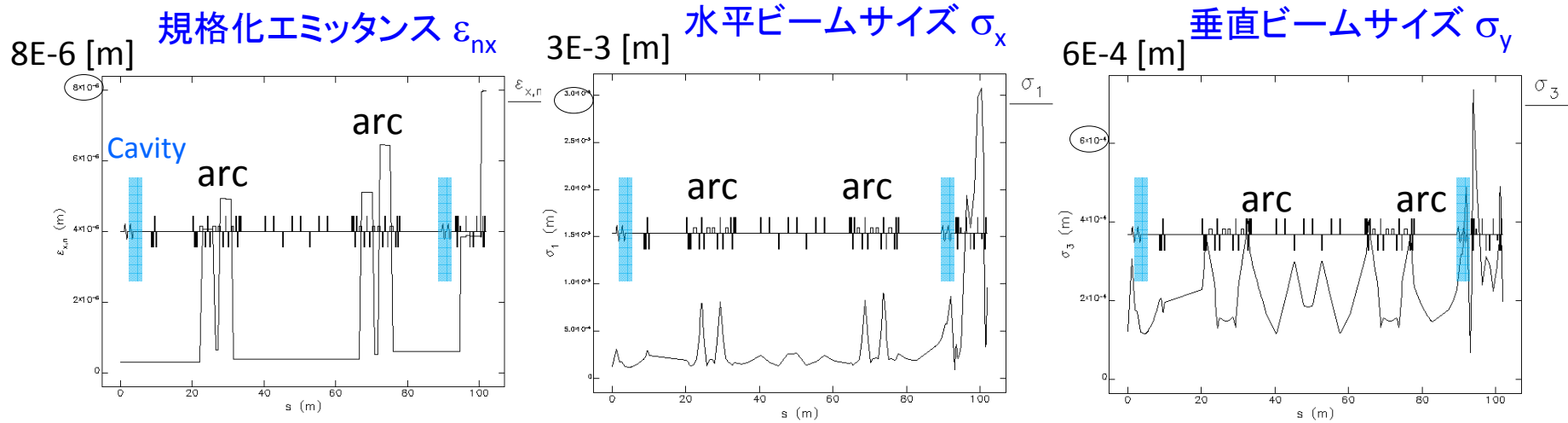
Preliminary design

設計中の放射線シールドに設置可能

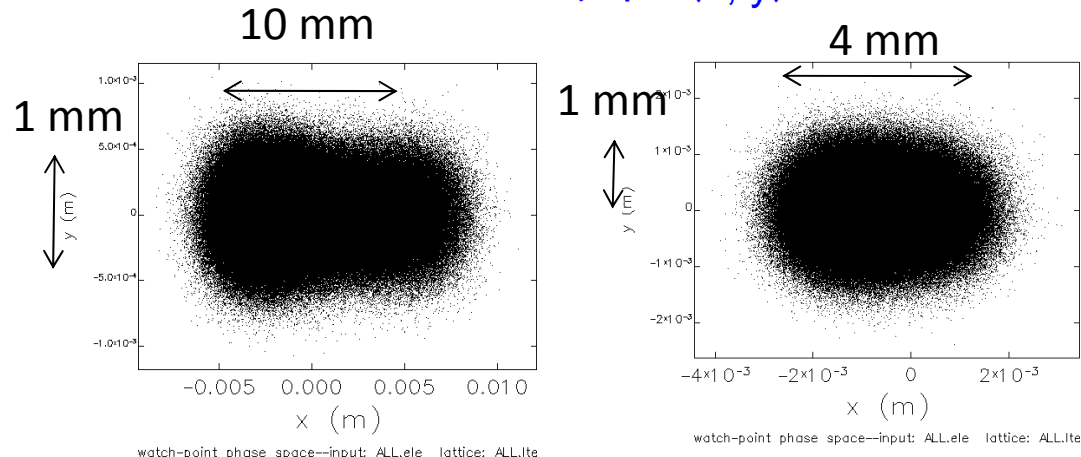


Tracking Simulation (例)

エネルギー 35MeV, バンチ電荷 77pC, $\varepsilon_n = 0.3$ mm-mrad, バンチ長 $\sigma_t = 3$ ps, 粒子数 10^6



ビームサイズ(x, y)



ダンプリン

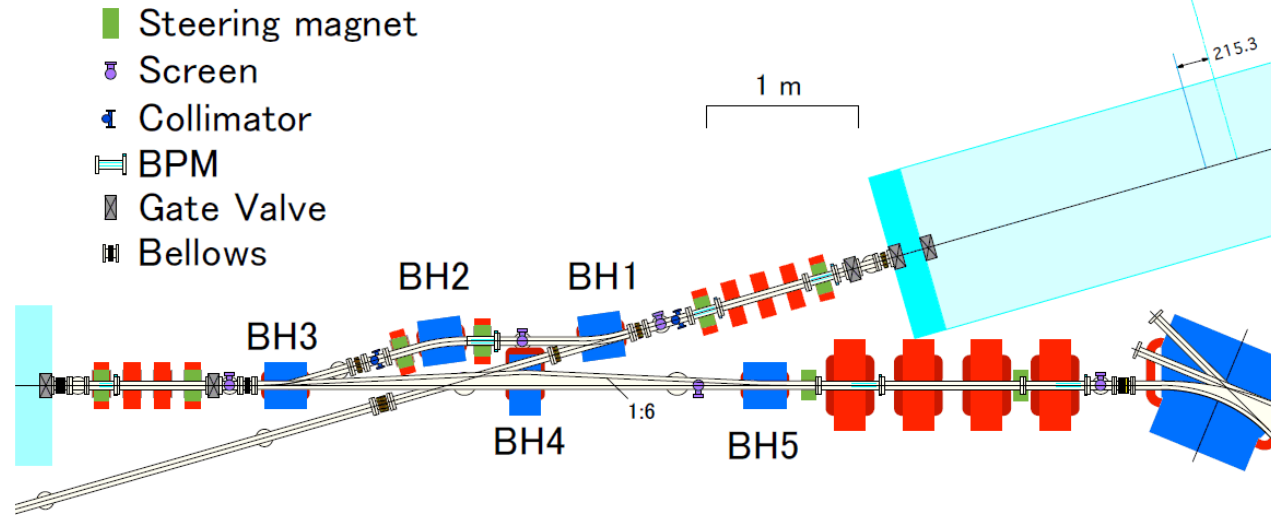
減速中の空洞内

elegantコード使用

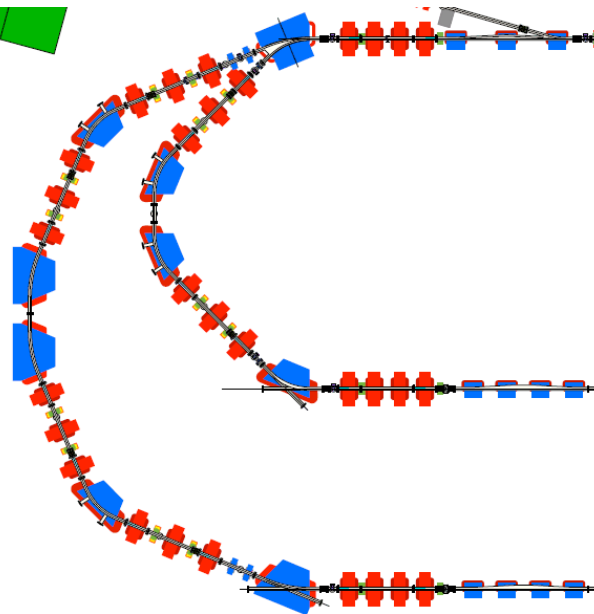
- アーク部でのCSRは考慮
- 空間電荷効果は考慮せず

真空・モニター機器の配置

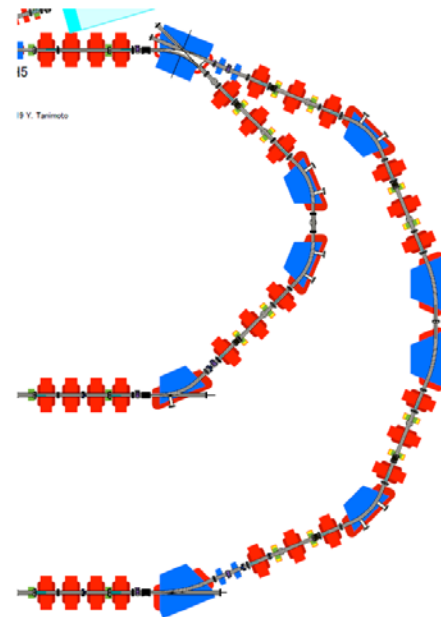
入射合流部



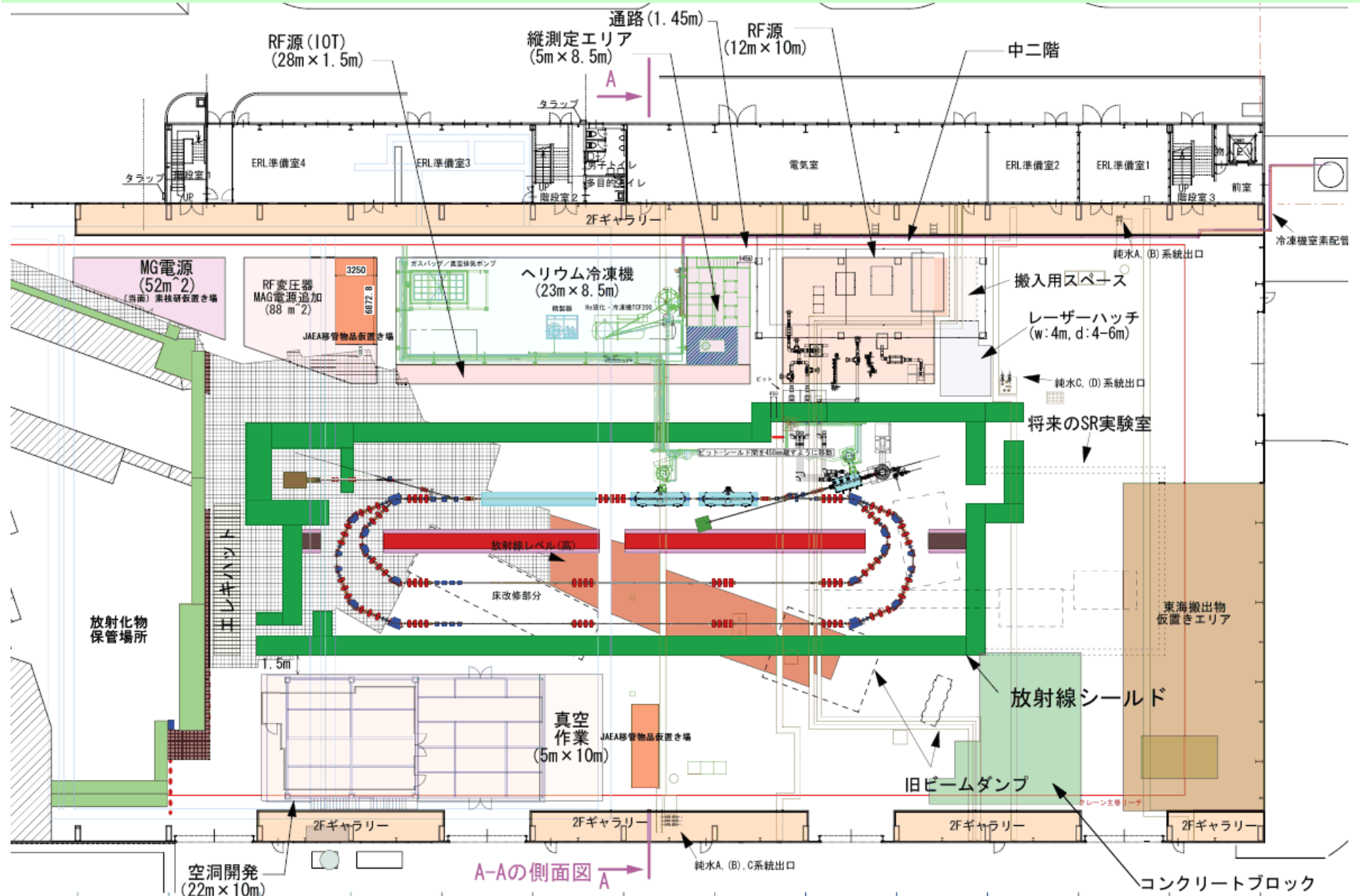
第1アーケ



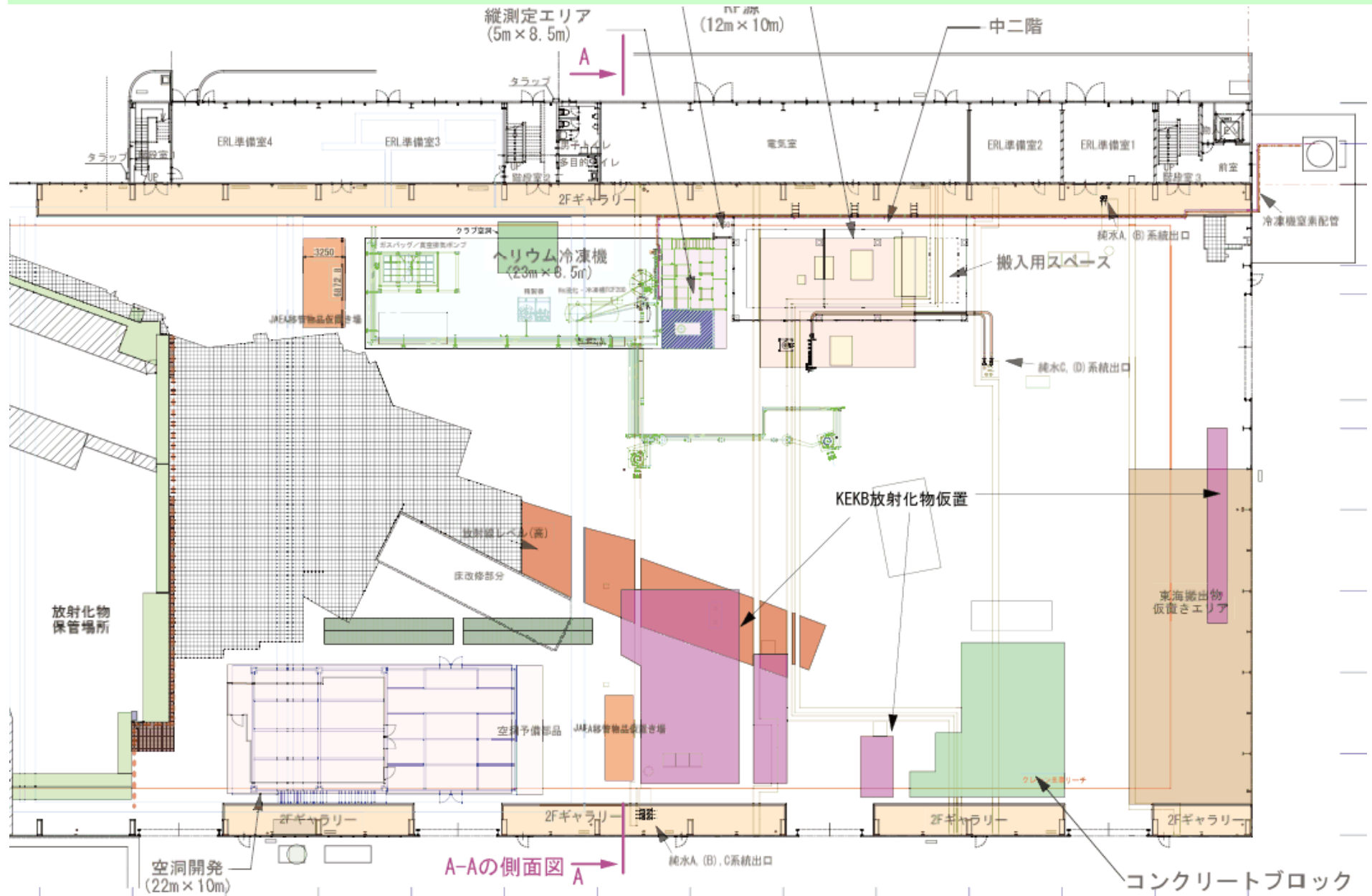
第2アーケ

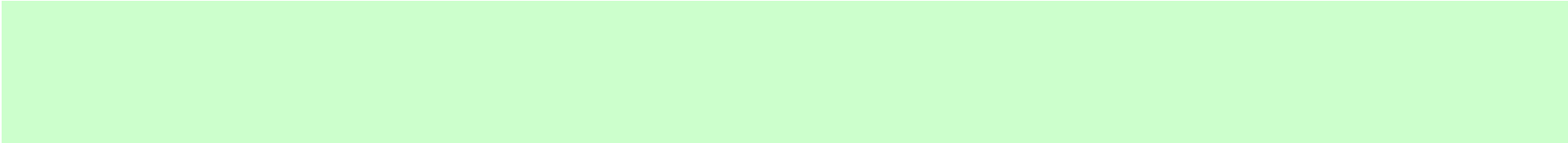


cERL機器配置 (2011/02/10D版)



東カウンターホールの現状 (2011/01/27現在)



- 
1. 現在のcERLデザイン
 2. 2010年度の進捗
 3. 2011-2012年度の予定
 4. まとめ

ヘリウム冷凍設備(2010年度ハイライト)

- 2010年8月に茨城県の**完成検査に合格**
- コールドボックス内配管の内面を洗浄
- 2011年1月に**ヘリウム液化に成功!**

→ 現在 液化ヘリウム貯槽に貯蔵中

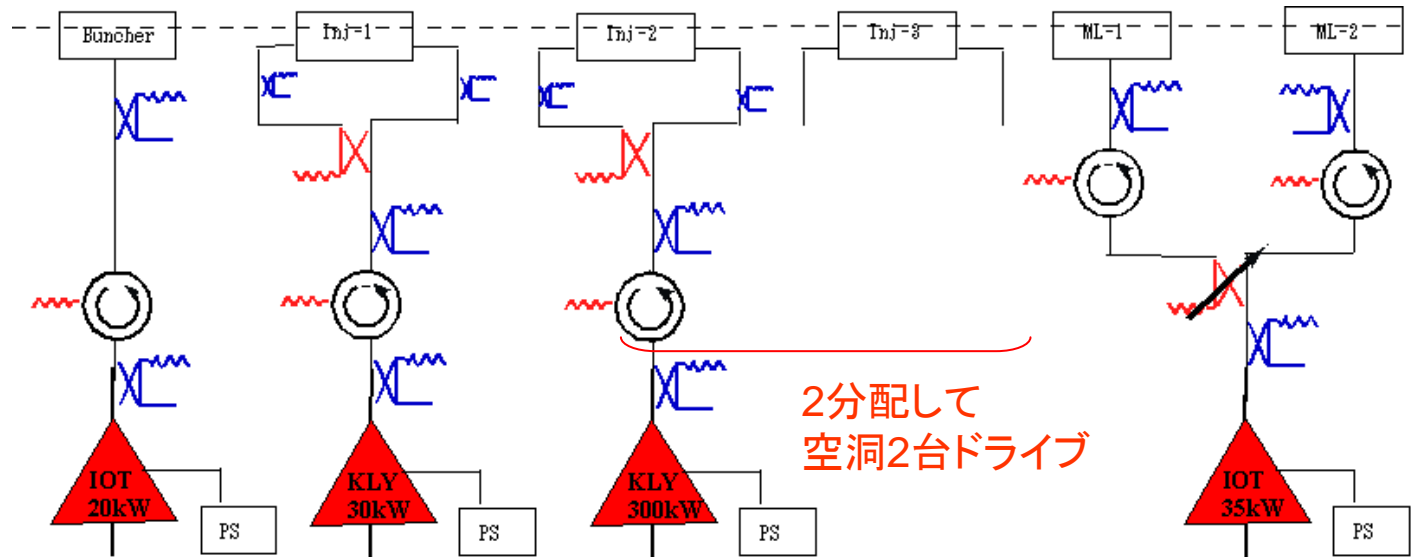


TCF200液化冷凍機(物材機構より移管)



3000L液化ヘリウム貯槽

RF源（35MeV用構成と調達状況）



RF源の構成と調達状況

RF空洞 →	バンチャー	入射器 空洞#1	入射器 空洞#2	入射器 空洞#3	主加速空洞 #1	主加速空洞 #2
空洞種類	単セル常伝導	2セルSC	2セルSC	2セルSC	9セルSC	9セルSC
最大加速電圧	140 kV max.	1 - 2 MV	1 - 2.5 MV	1 - 2.5 MV	15 MV	15 MV
Loaded-Q	12,000 ($\beta=1$)	5e5	2e5	2e5	2e7	2e7
RF源 (調達状況)	IOT (H23年度購入予定)	klystron (購入済)	klystron (購入済)		IOT (購入済)	
最大出力電力	20 kW	30 kW	300 kW		35 kW	
高圧電源	調達済 (JAEA移管)	購入済	購入済		調達済 (JAEA移管)	

RF源（2010年度ハイライト）

- 300kWクライストロン用高圧電源(52 kV, 11A)の立ち上げ・調整が完了。
- 2系統の入力カップラー用テストスタンドを構築(300kW、30 kW)

東カウンターホールのRF源の現状



150kW CW
カップラーテストスタンド
(300kW CW Klystron)

30kW CW
カップラーテストスタンド
(30kW CW IOT)

150kW CW カップラーテストスタンド



入射器用
入力カップラー(2個)

300kW クライストロン

RF源 (2010年度ハイライト) 続

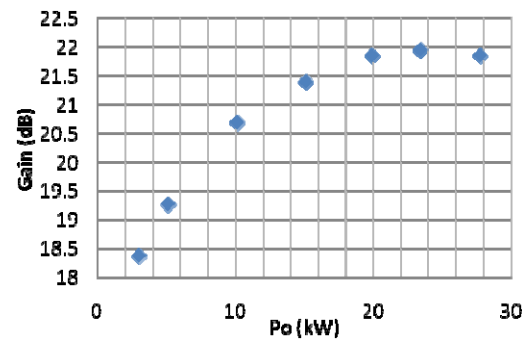
- 30kW CW IOT の立ち上げ、JAEA(移管) 高圧電源の立ち上げ完了。
- デジタル・ローレベル系開発中。

30 kW IOTの立ち上げ

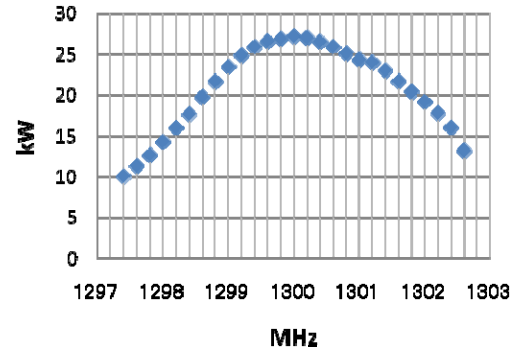


CPI社 VKL-9130 IOT

ゲインカーブ

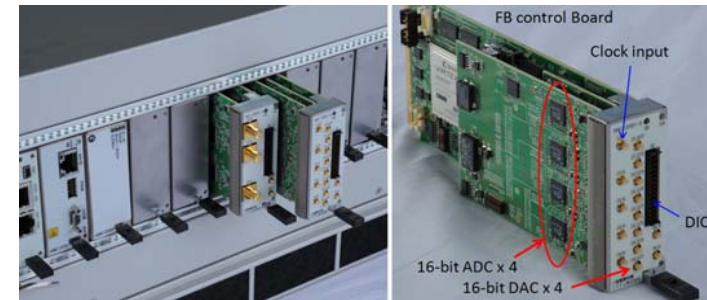


周波数帯域

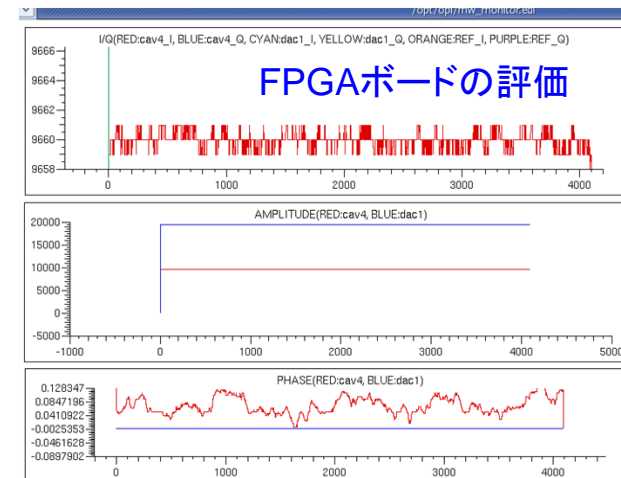


デジタル・ローレベル系の開発

デジタル信号処理ボード(試作)



FPGAボードの評価

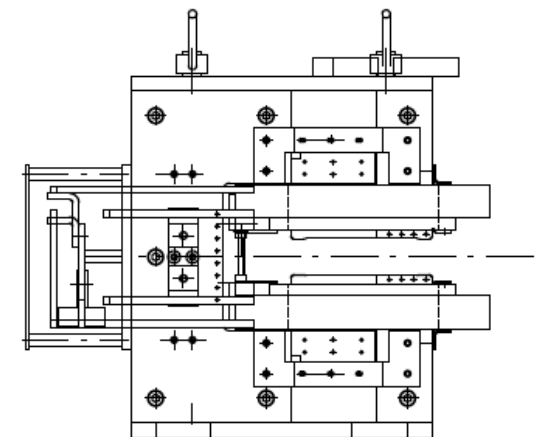
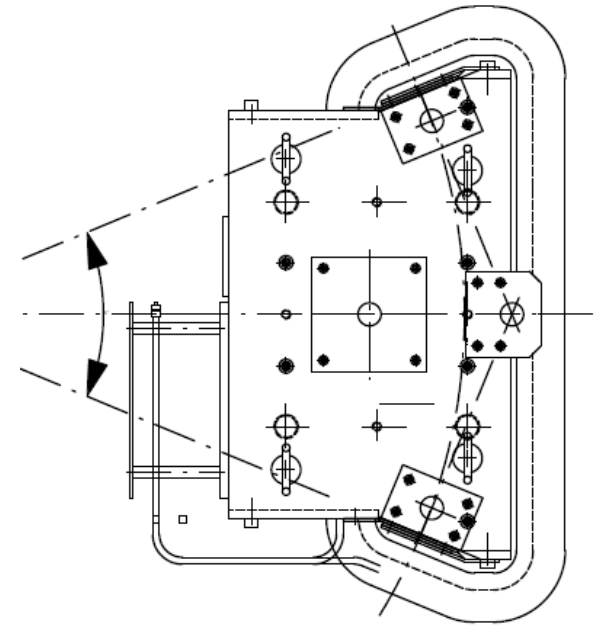
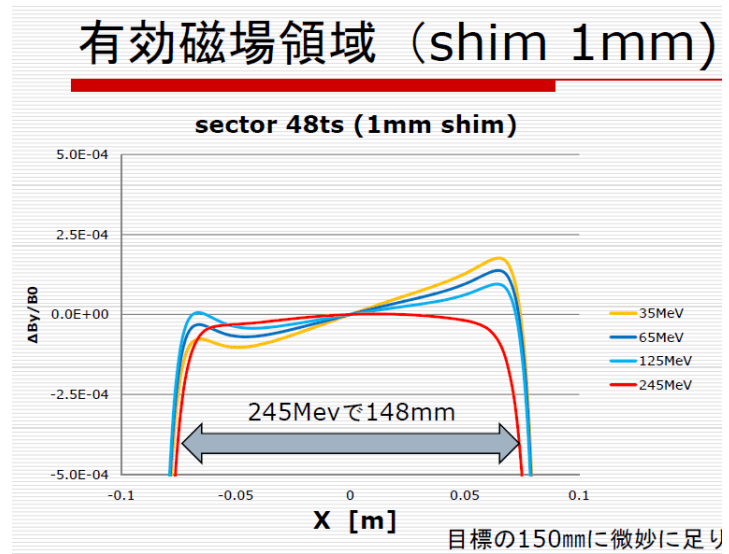


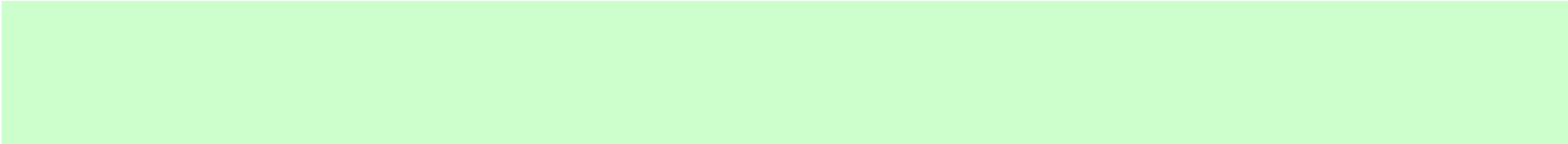
周回部・電磁石（2010年度）

- セクター型偏向電磁石1台を試作中
- QM 56台を調達に向け設計

偏向電磁石の設計

打ち抜き鋼板



- 
1. 現在のcERLデザイン
 2. 2010年度の進捗
 3. 2011-2012年度の予定
 4. まとめ

ヘリウム冷凍設備(2011-12年度予定)

- トランスファーラインの性能確認
- 2Kコールドボックスの冷却および性能確認
- 減圧装置(真空ポンプ)の整備
- 制御システムの構築



トランスファーラインと2Kコールドボックス



減圧装置

RF源（2011-12年度予定）

- バンチャー用RF源(IOT)を調達
- 導波管系の構築
- デジタル・ローレベル系の構築
- 制御ソフト開発、など

周回部：電磁石・真空系・ビーム診断・制御（2011-12年度予定）

	2010年度（ほぼ完了）	2011年度	2012年度
電磁石	BM 1台試作 QM 設計	BM 7台を製作 QM 56台を製作 BM 1台を磁場測定	SX、架台を製作 磁場測定 据え付け
真空	真空・モニター配置検討	GV 7台を調達 SUS素管を調達 チェンバー設計・仕様策定	チェンバー製作 据え付け
ビーム診断	配置検討	BPM試作 フィードスルー全数製作	ビームモニター製作 据え付け
制御	制御ネットワーク整備 サーバー購入	EPICS構築 各グループのソフト開発サ ポート	各グループのソフト開発 サポート コントロール室整備

まとめ

- 35 MeV, 10 mA を当初目標とする
- ビーム・コミッショニングを2012年度中に開始する予定
- 現在のところスケジュール通りに進んでいる
 - ヘリウム液化に成功！
 - 300 kWと 30 kWのRF源を立ち上げ、入力カップラーの試験を行った
 - 偏向電磁石の試作中
 - 細かい遅れはある
- 2011-12年度予算が配分されれば、今のところ予定通りの建設が可能
 - マンパワーは厳しいが...
 - 2012年度は作業が集中
 - 開発要素が大きい電子銃が最も不確定(当然！)

ERL共同研究開発チーム



High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

M. Akemoto, T. Aoto, D. Arakawa, S. Asaoka, A. Enomoto, S. Fukuda, K. Furukawa, T. Furuya, K. Haga, K. Hara, K. Harada, T. Honda, Y. Honda, T. Honma, T. Honma, K. Hosoyama, M. Isawa, E. Kako, T. Kasuga, H. Katagiri, H. Kawata, Y. Kobayashi, Y. Kojima, T. Matsumoto, H. Matsushita, S. Michizono, T. Mitsuhashi, T. Miura, T. Miyajima, H. Miyauchi, S. Nagahashi, H. Nakai, H. Nakajima, E. Nakamura, K. Nakanishi, K. Nakao, T. Nogami, S. Noguchi, S. Nozawa, T. Obina, S. Ohsawa, T. Ozaki, C. Pak, H. Sakai, S. Sakanaka, H. Sasaki, Y. Sato, K. Satoh, M. Satoh, T. Shidara, M. Shimada, T. Shioya, T. Shishido, T. Suwada, T. Takahashi, R. Takai, T. Takenaka, Y. Tanimoto, M. Tobiya, K. Tsuchiya, T. Uchiyama, A. Ueda, K. Umemori, K. Watanabe, M. Yamamoto, Y. Yamamoto, S. Yamamoto, Y. Yano, M. Yoshida



Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

R. Hajima, R. Nagai, N. Nishimori, M. Sawamura



Institute for Solid State Physics (ISSP), University of Tokyo

N. Nakamura, I. Ito, H. Kudoh, T. Shibuya, K. Shinoe, H. Takaki



UVSOR, Institute for Molecular Science

M. Katoh, M. Adachi



Hiroshima University

M. Kuriki, H. Iijima, S. Matsuba



Nagoya University

Y. Takeda, T. Nakanishi, M. Kuwahara, T. Ujihara, M. Okumi



National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

D. Yoshitomi, K. Torizuka



JASRI/SPRING-8

H. Hanaki