

# コンパクトERL 施設検査の状況と今後

2014年3月12日  
第81回ERL検討会

高エネルギー加速器研究機構  
芳賀 開一

# cERLに関する放射線申請のこれまでの経過

## cERL入射部申請の流れ

- ・2011年12月 Jefferson Labでのビーム損失と遮蔽の調査
- ・2012年4～8月 入射部におけるビーム損失の推定と遮蔽計算
- ・2012年9～11月 入射部の申請書作成
- ・2012年11月 放射線安全審議会
- ・2012年12月 文部科学省に入射部放射線申請
- ・2013年3月 入射部申請承認
- ・2013年5月 施設検査実施 & 合格

## cERL周回部申請の流れ

- ・2013年1～3月 周回部のビーム損失検討会
- ・2013年4月 周回部遮蔽計算
- ・2013年5月 周回部申請書作成
- ・2013年5月 放射線安全審議会
- ・2013年6月 原子力規制庁に周回部放射線申請
- ・2013年9月 周回部申請承認
- ・2013年11月 主任者検査合格、調整運転開始
- ・2013年12月 周回部コミッショニング開始
- ・2014年3月 周回部施設検査実施

# 放射線完成検査

- ・「申請書」どおりに完成しているか → 現場検査
- ・「申請書」どおりの性能であるか → 性能検査(線量測定)
- ・必要な書類・記録はあるか → 書類検査

準備する書類は、段ボール2箱分

(例)遮蔽体の寸法に関して以下の書類を用意(遮蔽体の全てに関して)

設計図面

施工図面

寸法検査記録→検査時に計測できない部分は写真などの記録が必要

密度検査記録→ミルシート(コンクリートの比重、鉛の純度等)

遮蔽計算の基礎資料となる

ミルシートが無い場合はコンクリート密度 $2.1\text{t/m}^3$

通常は $2.3\sim 2.4$ なので1割も損をする

EP2などから借用した遮蔽体に関しては、

過去に完成検査を受けた旨を説明する

その他に

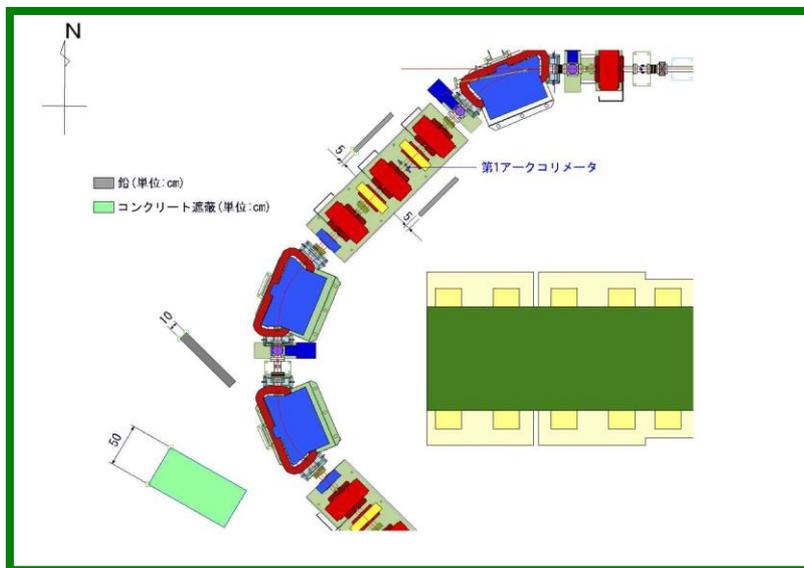
インターロック関連検査資料

安全講習会記録

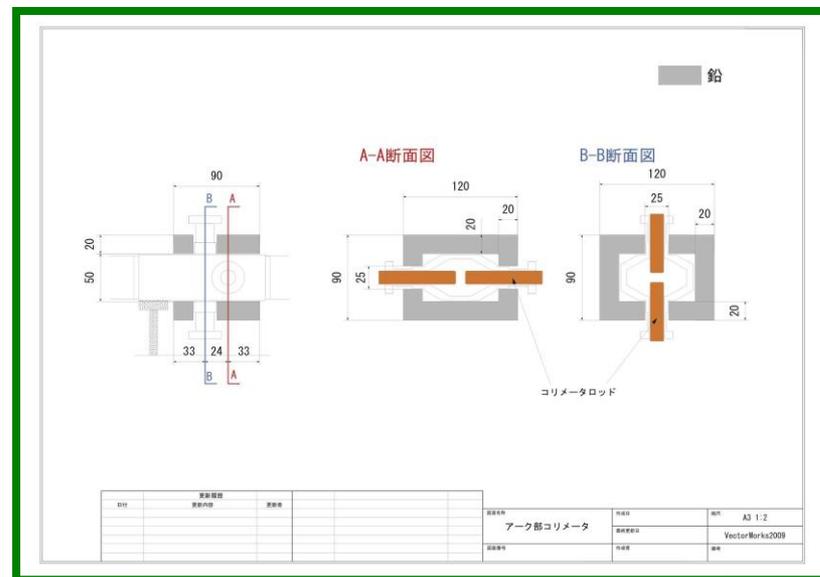
運転マニュアル、緊急時対応マニュアル、運転日誌、関係者連絡先

# 検査のために用意した書類の例

## 第1アークコリメータ

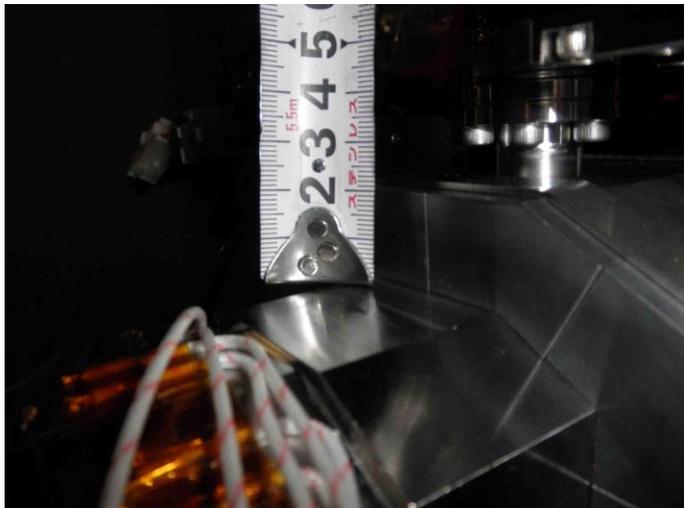
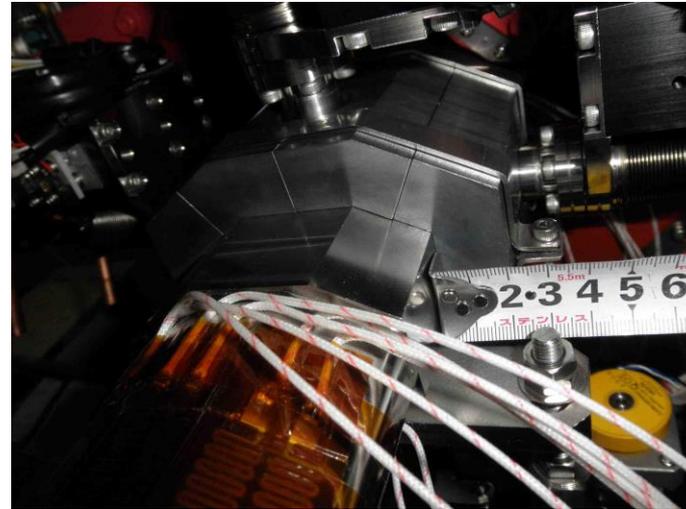


遮蔽体の設置図面

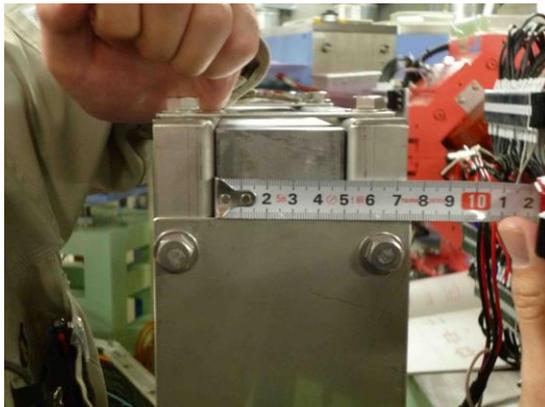


コリメータ遮蔽の寸法図

# 実際に遮蔽体を設置際の写真 (寸法がわかるもの)



第1アーケコリメータ周囲  
申請:鉛 2cm  
実測:鉛 2cm



第1アーケコリメータ側方  
申請:鉛 5cm  
実測:鉛 5cm



第1アーケコリメータ前方  
申請:鉛 10cm  
実測:鉛 10cm



第1アーケコリメータ前方  
申請:コンクリート 50cm  
実測:コンクリート 50cm

# 遮蔽用鉛ブロックのミルシート(例)

## 化学分析試験報告書

平成 25 年 7 月 27 日

SHEET No - MZ - 2504

千葉県船橋市西浦3-1-1

日東化工機株式会社

金属事業部 TEL.047(433)7301

JIS表示認証番号 JQ0308042

純度99.99%以上

株式会社富士サービス 殿

試 料			化学成分試験結果 (%)									備 考	
試料 NO	製品名	製品ロット番号	Pb(残部)	Sb	Sn	Cu	Ag	As	Zn	Fe	Bi	使用原材料	
1JG02-1	鉛レンガ	57-Z0173	99.9970	0.001	0.001	0.001	-	-	-	-	-	A-1	
鉛レンガ													
50 × 100 × 200			125 個										

記事	出荷日: 2013年7月8日
----	----------------

試験年月日	平成25年7月25日
試験番号	NT-AAO2238-A

承認	検査
	

# インターロック自主点検記録

## 非常停止スイッチ動作確認検査記録

確認日: 2013 年 11 月 11 日  
 確認者: 滝川 和幸

※ 加速器運転状態時に非常停止スイッチの動作確認

場所	電子銃HV Off	加速空洞HV Off
( No. 10 )	✓	✓
( No. 13 )	✓	✓
( No. 15 )	✓	✓

※ 非常停止スイッチ個別の動作確認

	スイッチ動作	回転灯
No.1 (北東)	✓	✓
No.2 (北東)	✓	✓
No.3 (北西)	✓	✓
No.4 (北西)	✓	✓
No.5 (北西)	✓	✓
No.6 (北西)	✓	✓
No.7 (南東)	✓	✓
No.8 (南東)	✓	✓
No.9 (南東)	✓	✓
No.10 (南西)	✓	✓
No.11 (南西)	✓	✓
No.12 (南西)	✓	✓
No.13 (制御室)	✓	✓
No.14 (東出入口)	✓	✓
No.15 (西出入口)	✓	✓

非常停止スイッチ1台ずつ  
 全数を自主的に事前に検査しておく

## 加速器室出入口ドア扉スイッチ 動作確認検査記録

確認日: 2013 年 11 月 7 日  
 確認者: 滝川 和幸

※ 扉の開閉確認(扉の開閉がインターロックシステムで確認可能である)

場所	開	閉
東扉	✓	✓
西扉	✓	✓

※ 扉が開いたままでは「Limit Request」が選択出来ない事の確認

場所	Limit Request選択不可
東扉 開	✓
西扉 開	✓

※ 加速器運転状態時の動作確認

場所	電子銃HV Off	加速空洞HV Off
東扉 開	✓	✓
西扉 開	✓	✓

# 申請書作成の手順

- a) 加速器各機器(構成要素)の確定(位置、寸法、材質)
- b) 遮蔽体及び貫通孔の確定(位置、寸法、遮蔽材料)
- c) ビームロス点及びロス量の仮定を作る
- d) c)のロス仮定に基づき線量のシミュレーションを行う
- e) 必要であれば、遮蔽体を追加して、再度線量のシミュレーションを実施
- f) 加速器運転の手順を決める
- g) それに必要なインターロックのロジックを決める
- h) 申請書本文を書く
- i) 標識の設置
- j) 所内の安全審議会での審議を受ける
- k) 審議会での修正点があれば対応する
- l) 申請書完成
- m) 規制庁との下打合せ
- n) 正式な申請
- o) 認可
- p) 主任者検査のための自主検査
- q) 主任者検査
- r) 調整運転開始
- s) 施設検査(完成検査)の申し込み(約一ヶ月前)
- t) 完成検査のための自主検査
- u) 完成検査

# cERL周回部申請書の構成

## 目次

第1章 概要及び施設に係わる書類

第2章 遮蔽能力に係る書類

第3章 インターロック等に係る書類

第4章 排気に係る書類

第5章 排水に係る書類

第6章 その他の事項

# 第1章 性能等

表1.1a コンパクトERL入射部の性能等(変更前)

種類	直線加速装置 (コンパクトERL入射部)		
台数	1台		
性能	加速粒子の種類	最大エネルギー	最大出力
	電子	6MeV	6.0MeV・ $\mu$ A
使用の目的	エネルギー回収リニアック開発研究		
使用の方法	電子を加速, 輸送する。週168時間, 3ヶ月2184時間使用する。		
使用の場所	放射線発生装置設置場所	放射線発生装置使用室	
	ERL開発棟 コンパクトERL加速器室	ERL開発棟 コンパクトERL加速器室	

変更前

表1.1b コンパクトERLの性能等(変更後)

種類	直線加速装置 (コンパクトERL)		
台数	1台		
性能	コンパクトERL入射部		
	加速粒子の種類	最大エネルギー	最大出力
	電子	6MeV	60MeV・ $\mu$ A
	コンパクトERL周回部		
	加速粒子の種類	最大エネルギー	最大出力
	電子	35MeV	350MeV・ $\mu$ A
使用の目的	エネルギー回収リニアック開発研究		
使用の方法	電子を加速, 輸送する。週168時間, 3ヶ月2184時間使用する。		
使用の場所	放射線発生装置設置場所	放射線発生装置使用室	
	ERL開発棟 コンパクトERL加速器室	ERL開発棟 コンパクトERL加速器室	

変更後

← 最大出力の増強  
コンパクトERL  
周回部の増設

# 第2章 遮蔽能力に係る書類

## 第2章 遮蔽能力に係る書類

### 2.1 遮蔽の性能

2.1.1 コンパクトERLの遮蔽 → 遮蔽の状況を具体的に記述

2.1.2 コンパクトERL入射部のビーム損失の仮定 → 3箇所を仮定

2.1.3 コンパクトERL周回部のビーム損失の仮定 → 5箇所を仮定

### 2.2 施設の放射線安全対策

### 2.3 区域分けの概要と区分変更

### 2.4 遮蔽設計の計算方式

2.5 線量率評価の結果 → 線源点(8箇所)に対する線量評価点(40箇所)での値

### 2.6 事業所境界における空間線量率

# コンパクトERLのビーム損失

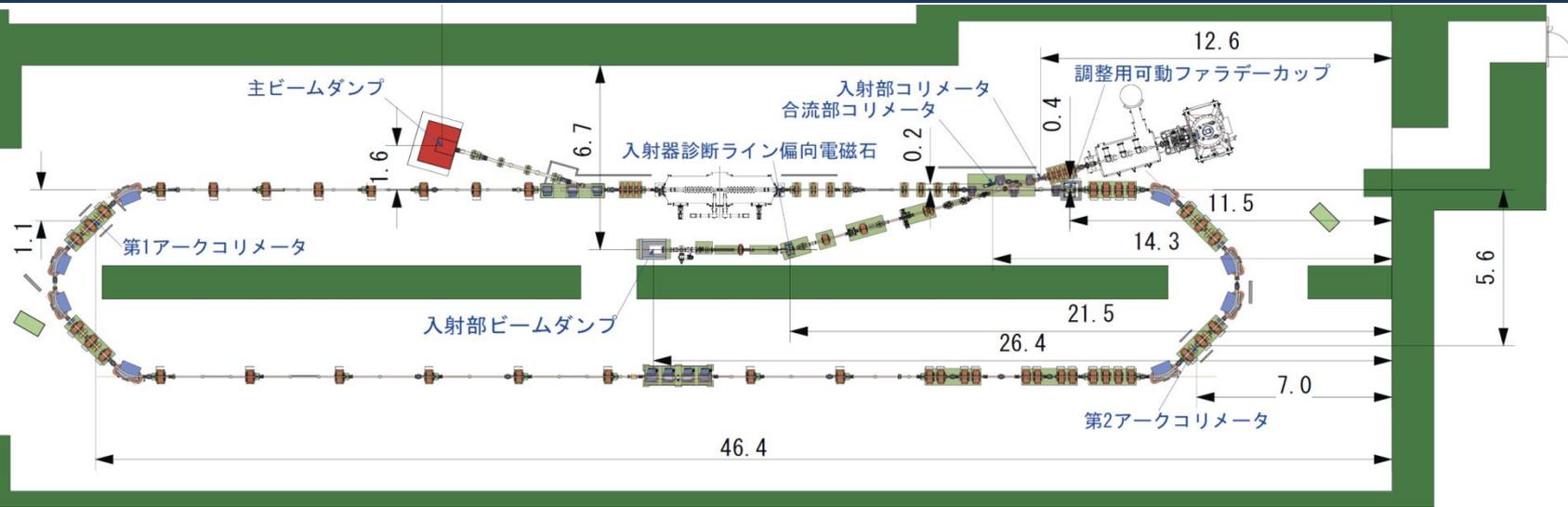


表2-1b コンパクトERL入射部のビーム損失(変更後)

損失場所	最大エネルギー (MeV)	通過ビーム電流 ( $\mu A$ )	損失割合 (%)	損失電流 ( $\mu A$ )
入射部コリメータ	6	10	0.1	0.01
入射器診断ライン偏向電磁石	6	10	0.8	0.08
入射部ビームダンプ	6	10	100	10

表2-2 コンパクトERL周回部のビーム損失(新規)

損失場所	最大エネルギー (MeV)	通過ビーム電流 ( $\mu A$ )	損失割合 (%)	損失電流 ( $\mu A$ )
合流部コリメータ	6	10	0.3	0.03
第1アークコリメータ	35	10	0.1	0.01
第2アークコリメータ	35	10	0.1	0.01
調整用可動ファラデーカップ	35	0.01	100	0.01
主ビームダンプ	6	10	100	10

# cERL周回部 ビーム損失一覧@ビーム損失検討会

cERL周回部 ビーム損失点一覧(案7) (2013\_05\_09)

番号	名称	位置(単位:cm)		電子ビーム損失		ビーム損失が発生する運転モード			発生源
		X座標	Y座標	エネルギー	電流量	入射器	周回調整	周回	
A-1	ダンブライン&ダンブシケイン	2930	70	15 MeV	100 nA	○	○	○	主空洞からの増電流(主)、ビーム損失
A-2	入射シケイン	1487	-3	15 MeV	100 nA	○	○	○	主空洞からの増電流(上流向き)
A-3	入射合流部第一ベンド下流	1308	29	6 MeV	50 nA		○	○	入射空洞からの増電流
A-4	第1ベンド	4518	-12	30 MeV	10 nA	○	○	○	主空洞からの増電流
B-1	コリメータ01(入射部コリメータ)	1255	40	6 MeV	10 nA	○	○	○	ビーム損失、入射器空洞からの増電流
B-2	入射器診断ラインの偏向電磁石	2152	-217	6 MeV	80 nA	○			ビーム損失、入射器空洞からの増電流
B-3	コリメータ02(合流部コリメータ)	1426	21	6 MeV	30 nA		○	○	ビーム損失
B-4	コリメータ04(第1アークコリメータ)	4635	-112	35 MeV	10 nA		○	○	ビーム損失
B-5	コリメータ05(第2アークコリメータ)	698	-564	35 MeV	10 nA		○	○	ビーム損失
C-1	主ビームダンプ	3396	159	6 MeV	10 $\mu$ A			○	主ビームのダンプ
C-2	調整用可動ファラデーカップ	1147	0	35 MeV	10 nA		○		周回部調整ビームのダンプ
C-3	入射部ビームダンプ	2640	-217	6 MeV	10 $\mu$ A	○			入射部調整ビームのダンプ

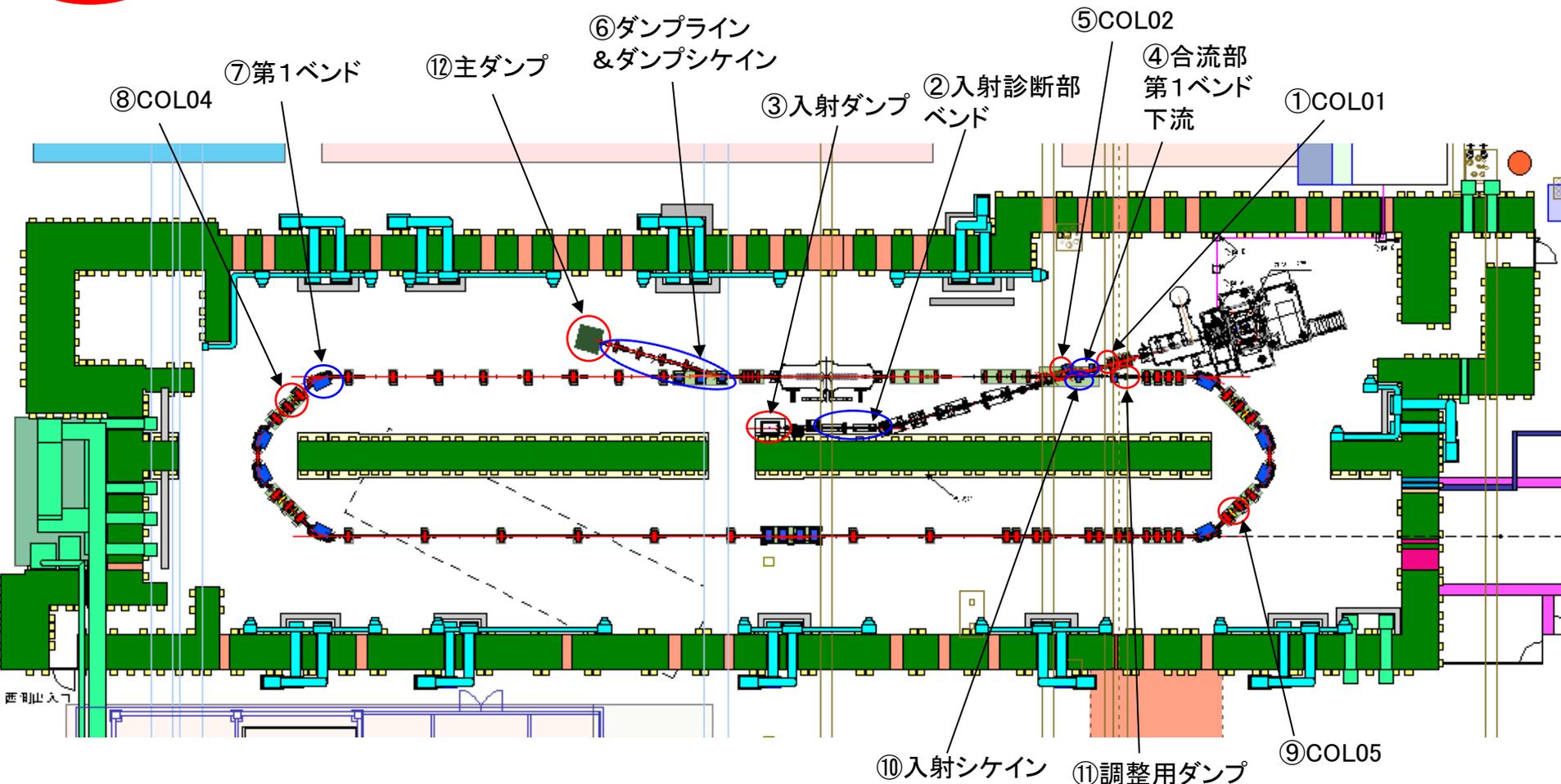
(注)黄色表示の欄が周回部申請書に記載されたビーム損失を示す

# ビーム損失点@ビーム損失検討会

- FEの損失点
- 実ビームの損失点

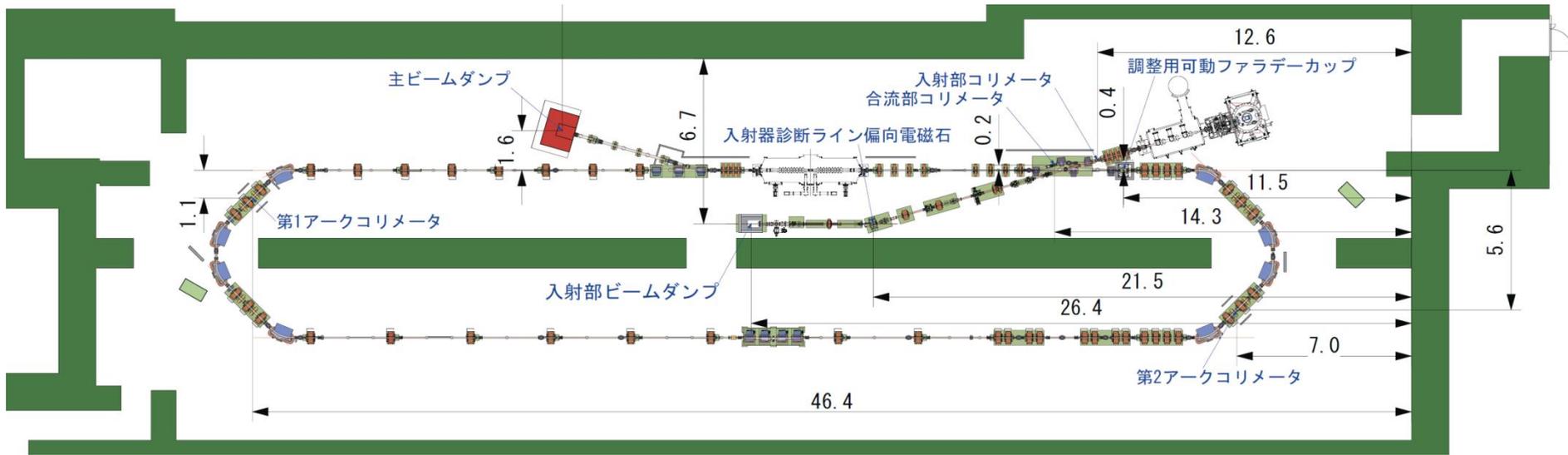
## ビーム損失点

cERL配置図(2012.12.27)



- ①-③は前回の申請と同じ場所である。
- ⑪, ⑫はダンプなので損失過程は明らかである。

# cERL周回部 申請時の追加遮蔽全体図



# 労基署への届け

- ・新たな放射線発生装置の建設開始の3ヶ月前までに届け出る必要が有る
  - 実際にはこの時点での申請は、機器類の図面も無いしまた遮蔽体の位置や寸法なども決定していないので、申請書完成後に届け出る

# 将来(今後の申請予定)

・現在  $E=35\text{ MeV}$  ,  $I=10\mu\text{A}$

2014年度 ①目的の変更 : 研究開発 → ビーム利用

②電流量増強 :  $10\mu\text{A}$  →  $100\mu\text{A}$

①に関し、JAEAのLCSビームライン建設

- ・ビームラインの位置づけ
- ・ビームラインのインターロック
- ・新たな遮蔽体、貫通孔
- ・放射線量シミュレーション(ブレムス)

②に関し、電流量10倍のために

- ・現在の申請でのビームロスの仮定の見直し
- ・ビームロス仮定が1/10なのでビーム量10倍でも同一遮蔽で充分  
←そのために
  - ・現在の加速器室内の線量の測定
  - ・そのデータのシミュレーション結果との比較

これらの準備を、3月中におこない、4月中に申請書案を作成し、5月に予定されている安全審議会に提出、その後正式に申請という手順

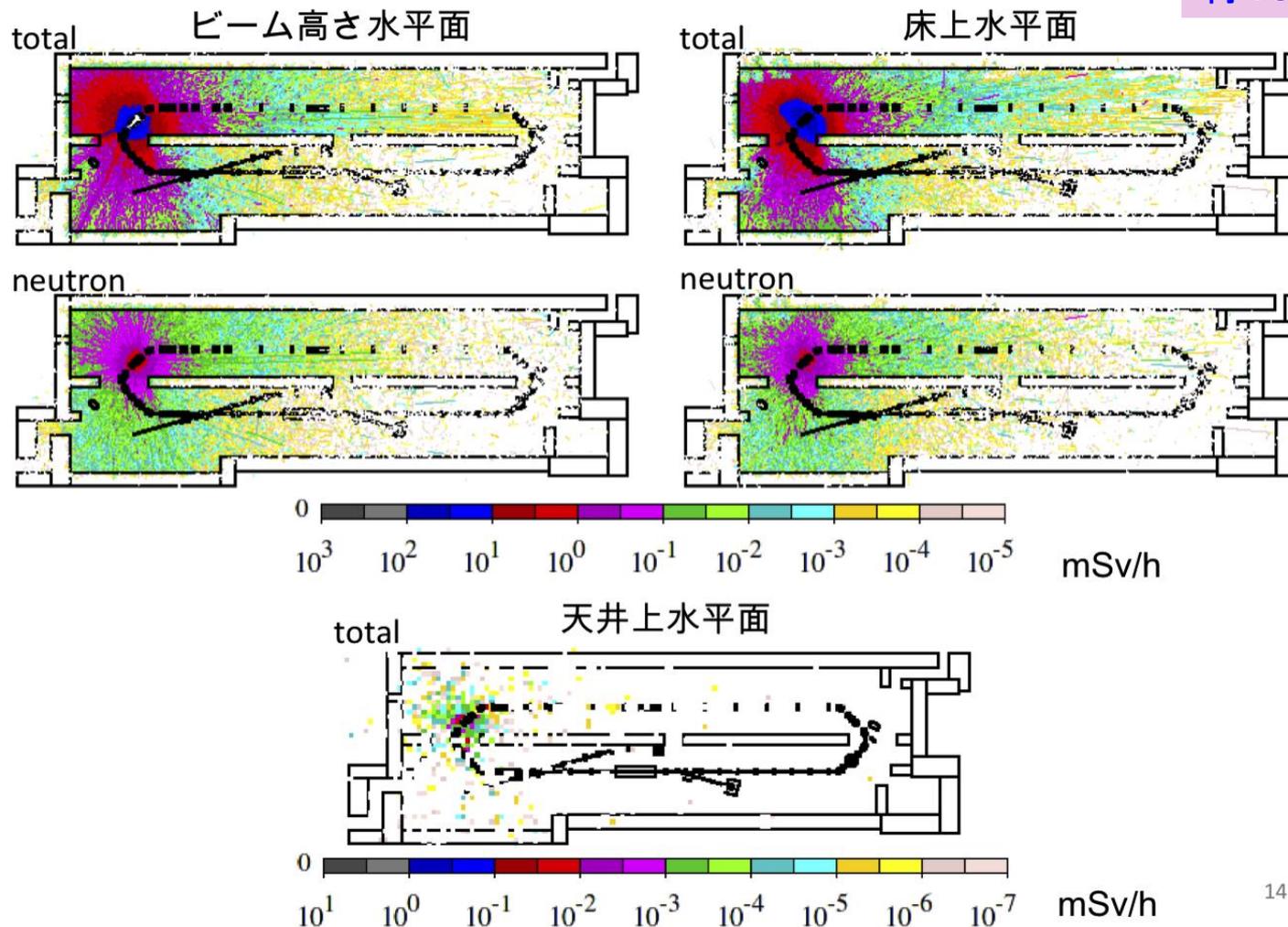
# 線量計算(シミュレーション)の 結果を受けての追加遮蔽

# 第2アーケコリメータの線量シミュレーション(松村氏)

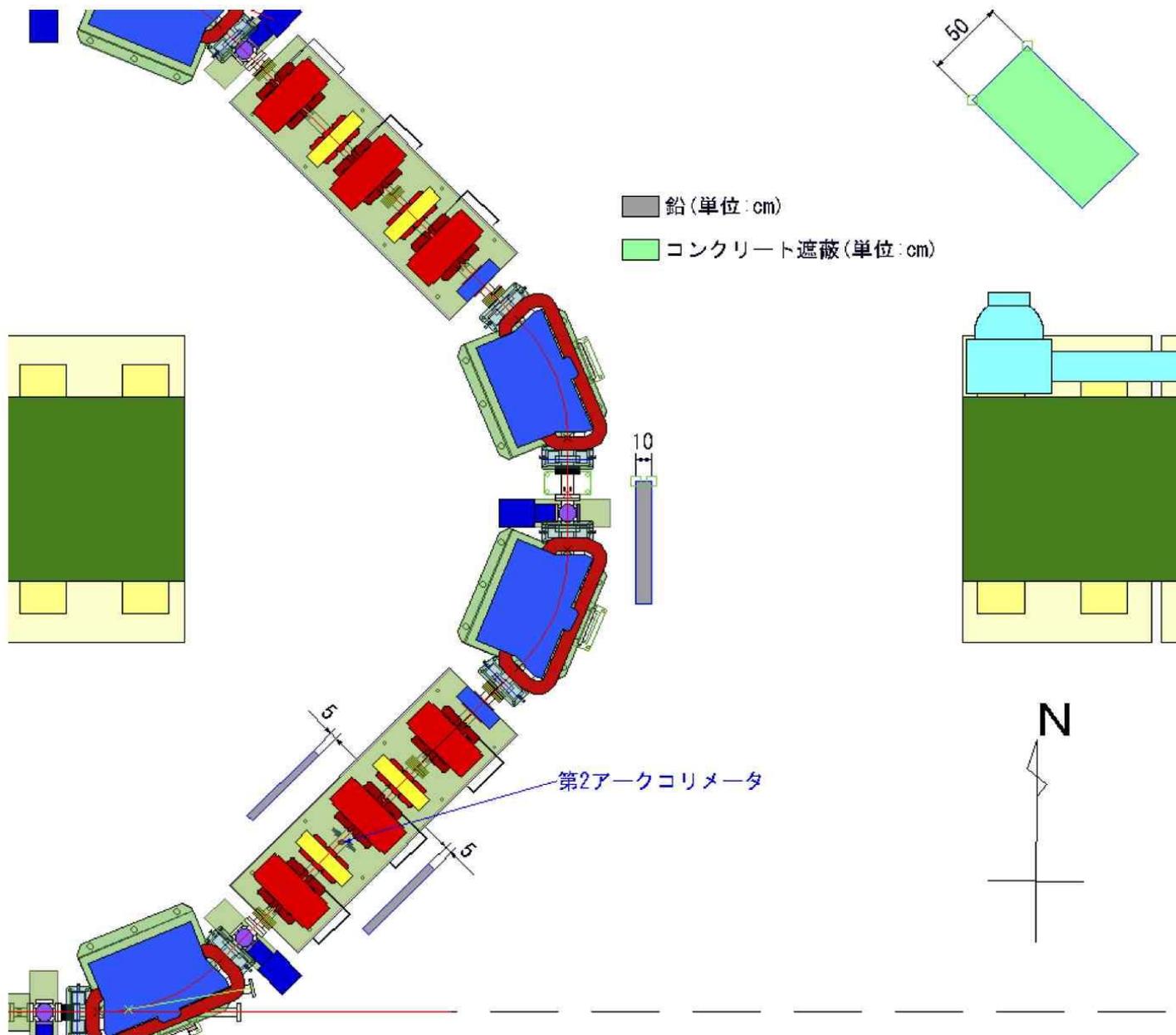
赤1mSv/hr

青10mSv/hr

B-5 第2アーケコリメータ (遮蔽計算3そのまま)



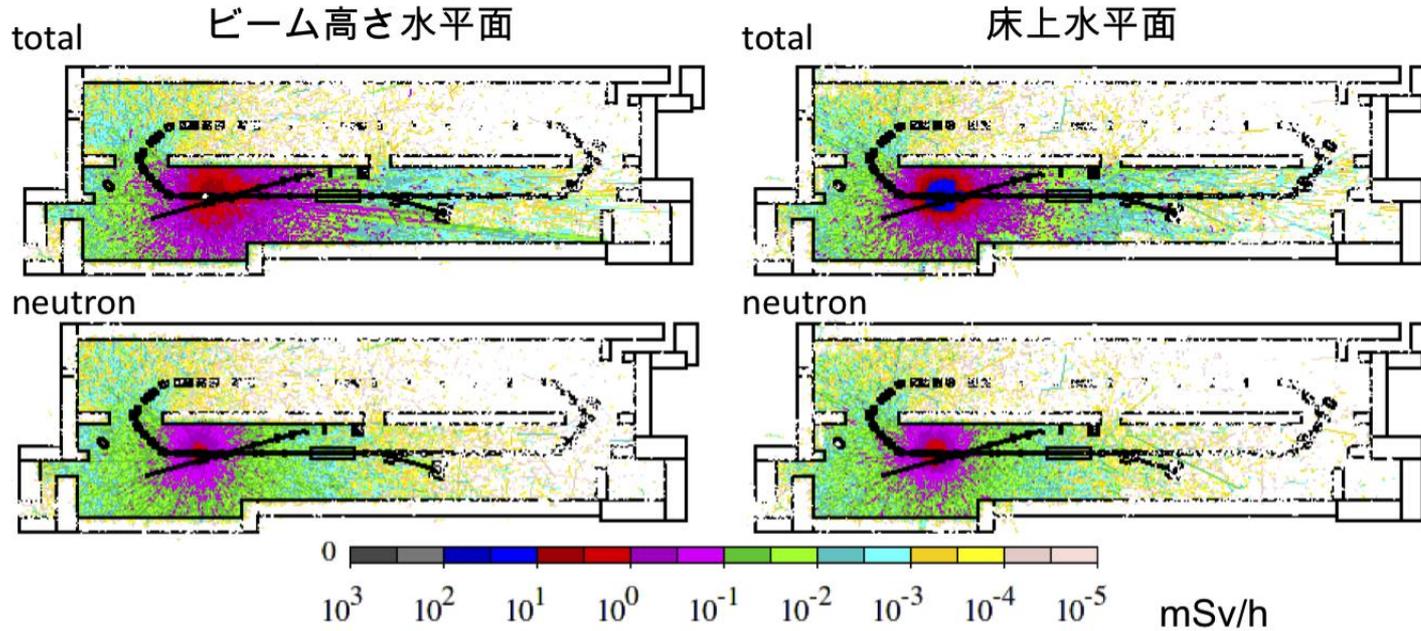
# B-5 第2アーケコリメータ の遮蔽(つづき)



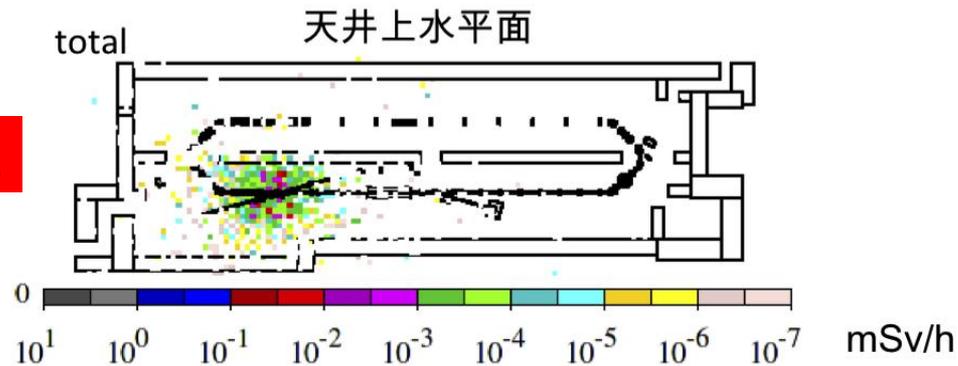
# 調整用可動ファラデーカップの線量シミュレーション(松村氏)

## C-2 調整用可動ファラデーカップ

床面での線量高い

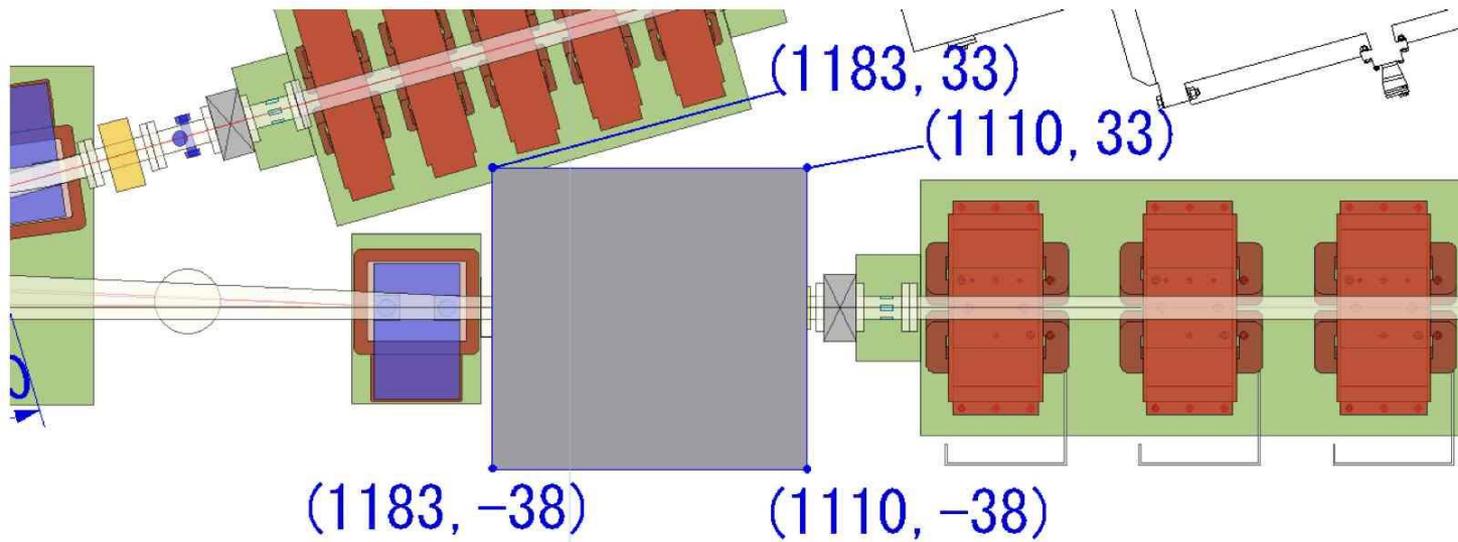


天井部も高線量



# 調整用可動ファラデーカップの追加遮蔽

天井部分(高さ191cm)に、厚さ1cmの鉛板で、天井方向の遮蔽を図る



鉛 (t=1cm, 床面高さ191cm部分)