

入射部の放射線遮蔽について

芳賀

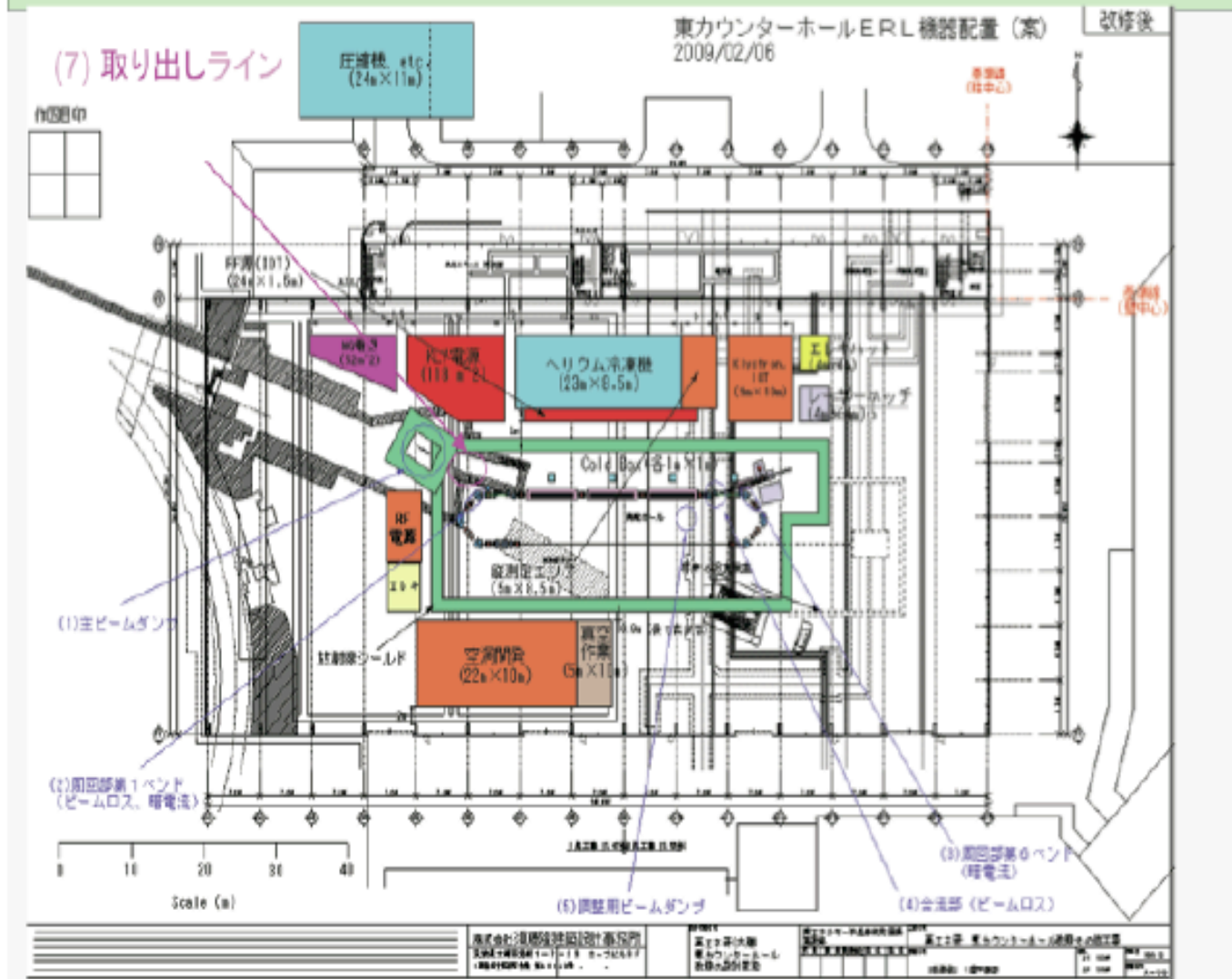
第36回 ERL検討会 (2009・10・14)

検討の経緯

- 島田さんより以下の条件での遮蔽計算の依頼を受ける
- 1) 5MeV, 100mA ビームダンプ
 - ・空洞グループから 65MeVビームをそのままダンプしたいとの希望あり。
電流は 1mA。現在検討中の主ビームダンプで受け入れられるか？

⇒ $5 \text{ MeV} \cdot 100 \text{ mA} = 500 \text{ kW}$
 $65 \text{ MeV} \cdot 1 \text{ mA} = 65 \text{ kW}$
中性子の発生
 - 2) 入射器用ダンプ
 - ・入射器のみのテスト用ダンプの検討。
 - ・10MeV で 1mA~0.1mA。

ビーム損失の発生する主な場所(予想)

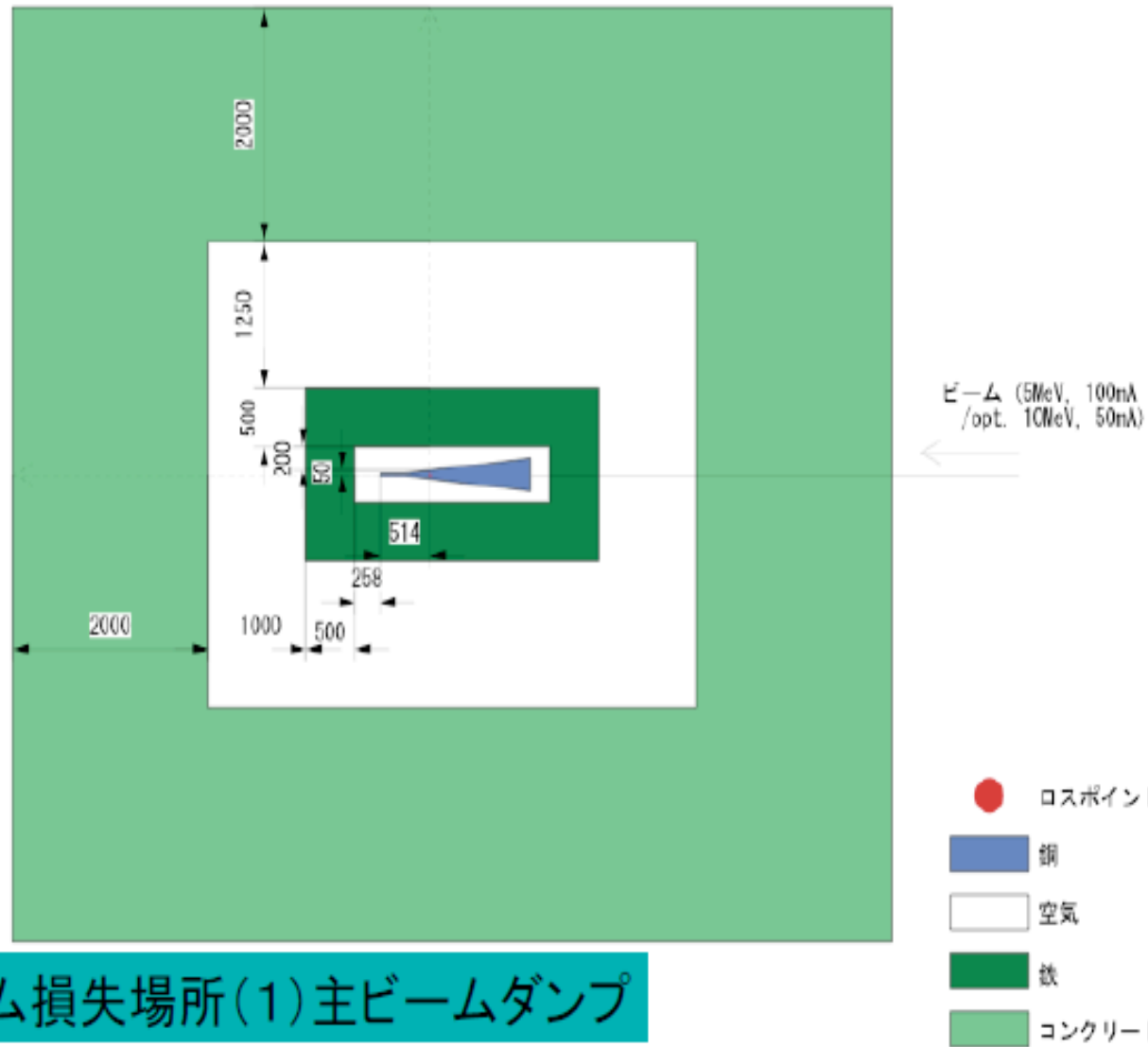


ビーム損失に関する仮定

- ・遮蔽壁として、コンクリート100cm+鉄50cm を仮定
- ・主ビームダンプは、コンクリート200cm+鉄50cm
- ・ビーム損失点から、0度と90度方向それぞれ計算

	ビーム損失場所	ビーム損失量	備考
(1)	主ビームダンプ	5 MeV, 100 mA	オプションとして、10 MeV.50 mA ダンプ遮蔽体の銅は鉄として計算 中性子の発生なしと仮定
(2)	周回部第1ベンド (ロス、暗電流)	E = 200 MeV I = 10 μ A	
(3)	周回部第6ベンド (暗電流)	E = 200 MeV I = 10 μ A	
(4)	合流部 (ロス、暗電流)	E = 10 MeV I = 10 μ A	中性子の発生なしと仮定
(5)	調整用ビームダンプ	E = 10 MeV I = 100 μ A	中性子の発生なしと仮定
(6)	全周ばらまき	E = 200 MeV I = 1 μ A	
(7)	取り出しライン途中	E = 5 MeV I = 10 μ A	中性子の発生なしと仮定

(1)主ビームダンプ



ビーム損失場所(1)主ビームダンプ

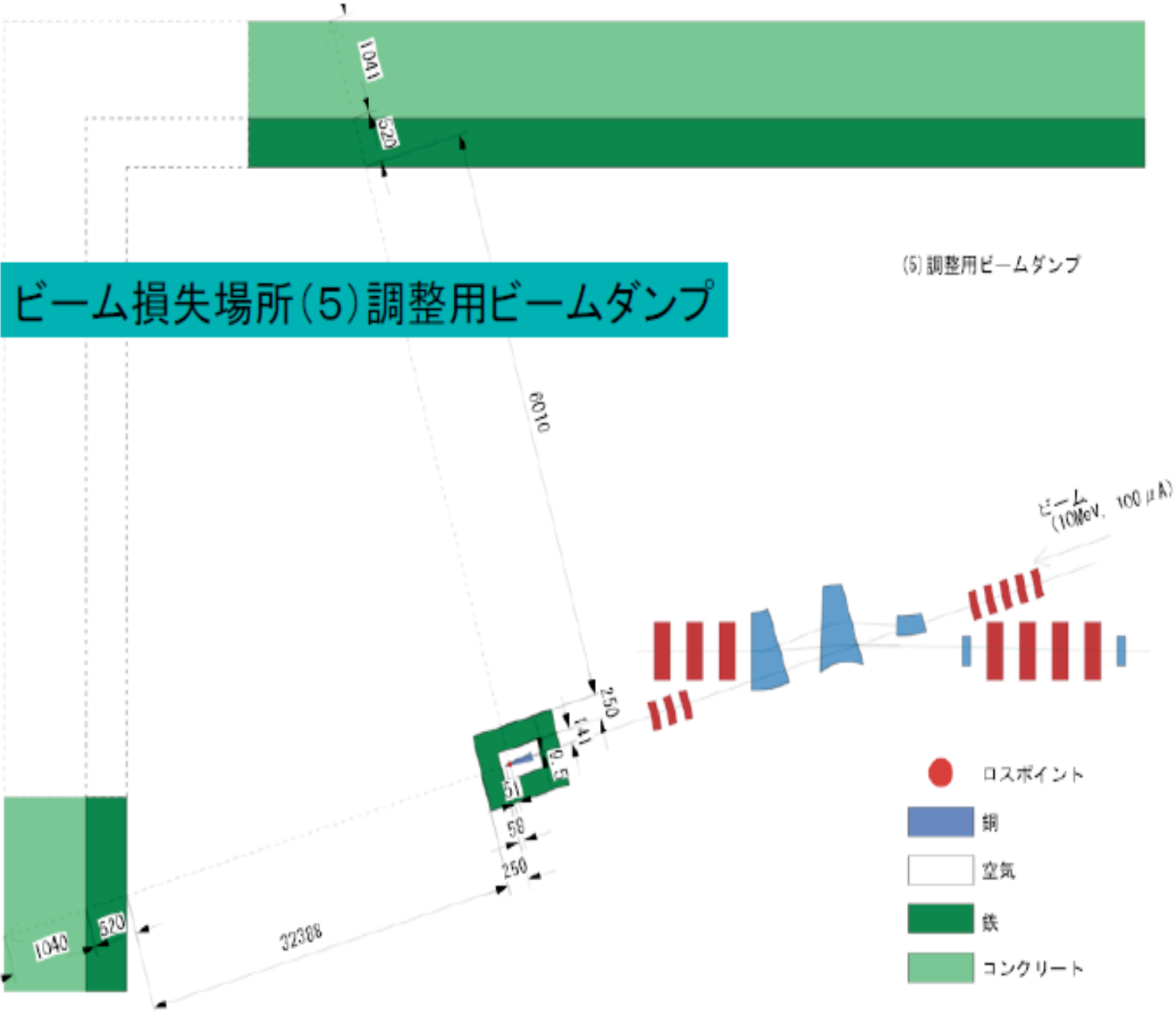
(1)主ビームダンプに65 MeV, 1 mA のビームを通すと

線源点	評価点	距離(cm)	コンクリート厚(cm)	鉄厚(cm)	鉛厚(cm)	線量率(Sv/h)
65 MeV 1 mA	0°方向	427	200	101	0	3.40E-06
	90°方向	400	200	55	0	4.44E-05
65 MeV 0.3 mA	0°方向	427	150	101	0	1.02E-06
	90°方向	400	150	55	0	1.33E-05

- ・中性子の発生を考慮
- ・現在の主ビームダンプでは、65 MeV で 0.3 mAまで

ビーム損失場所(5)調整用ビームダンプ

(5)調整用ビームダンプ



(2)入射器用ダンプ 10 MeV, 1 mA

- ・前回考慮した調整用ビームダンプを使用した場合

線源点	評価点	距離(cm)	コンクリート厚(cm)	鉄厚(cm)	鉛厚(cm)	線量率(Sv/h)
65 MeV 1 mA	0°方向	3431	104	82	0	8.71E-09
	90°方向	796	104	77	0	1.59E-09

- ・加速器周囲の遮蔽がある条件では問題なし。
- ・調整用ダンプとしては鉄50cm。

(3)独立入射器用ダンプ(その1) 10 MeV, 1 mA

線源点	評価点	距離(cm)	コンクリート厚(cm)	鉄厚(cm)	鉛厚(cm)	線量率(Sv/h)
Case-1	0°方向	200	150	60	0	2.07E-05
	90°方向	200	150	60	0	7.00E-08
Case-2	0°方向	200	0	100	0	1.25E-05
	90°方向	200	0	100	0	6.27E-08
Case-3	0°方向	200	0	20	25	1.81E-05
	90°方向	961	0	20	25	9.03E-06

(3)独立入射器用ダンプ(その2) 10 MeV, 0.1 mA

線源点	評価点	距離(cm)	コンクリート厚(cm)	鉄厚(cm)	鉛厚(cm)	線量率(Sv/h)
Case-1	0°方向	200	150	50	0	1.51E-05
	90°方向	200	150	50	0	5.66E-08
Case-2	0°方向	200	0	90	0	9.16E-06
	90°方向	200	0	90	0	5.07E-08
Case-3	0°方向	200	0	10	25	1.32E-05
	90°方向	200	0	10	25	7.30E-06

まとめ

- 主ビームダンプに65MeVのビームを通す場合は1mAは難しく、0.3mA程度まで。
- 入射器用ビームダンプは、独立に作るなら、10MeV, 1mA, 2m で 鉄20cm+鉛25cm が必要。

遮蔽設計計算法

Jenkinsの式

$$\begin{aligned} H(\text{total}) &= H(\text{neutron}) + H(\text{photon}) \\ &= H(\text{GR}) + H(\text{MID}) + H(\text{HE}) + H(\text{brems}) + H(\text{second}) \end{aligned}$$

H(GR): 巨大共鳴中性子成分

H(MID): 中間エネルギー中性子成分($25 < E < 100 \text{MeV}$)

H(HE): 高エネルギー中性子成分($E > 100 \text{MeV}$)

H(brems): ターゲットで発生した成分

H(second): 遮蔽体中で中性子により生成された二次光子成分

0°方向の計算はSakanoの式による

Jenkinsの式

$$\begin{aligned} H(\text{total}) &= H(\text{neutron}) + H(\text{photon}) \\ &= H(\text{GR}) + H(\text{MID}) + H(\text{HE}) + H(\text{brems}) + H(\text{second}) \\ &= JE_0 (\sin\theta / r)^2 [Q_H e^{-d / \lambda_1 \sin\theta} / (1 - 0.72 \cos\theta)^2 \\ &\quad + Q_M e^{-d / \lambda_2 \sin\theta} / (1 - 0.75 \cos\theta)^2 \\ &\quad + 3.79 \times 10^{-13} Z^{0.73} e^{-d / \lambda_3 \sin\theta}] \\ &\quad + J \cdot 10^{-13} \cdot E_0 (\sin\theta / r)^2 [133 e^{-\mu d / \sin\theta} / (1 - 0.98 \cos\theta)^{1.2} \\ &\quad + 0.26 e^{-d / \lambda_1 \sin\theta} / (1 - 0.72 \cos\theta)^2] \end{aligned}$$