

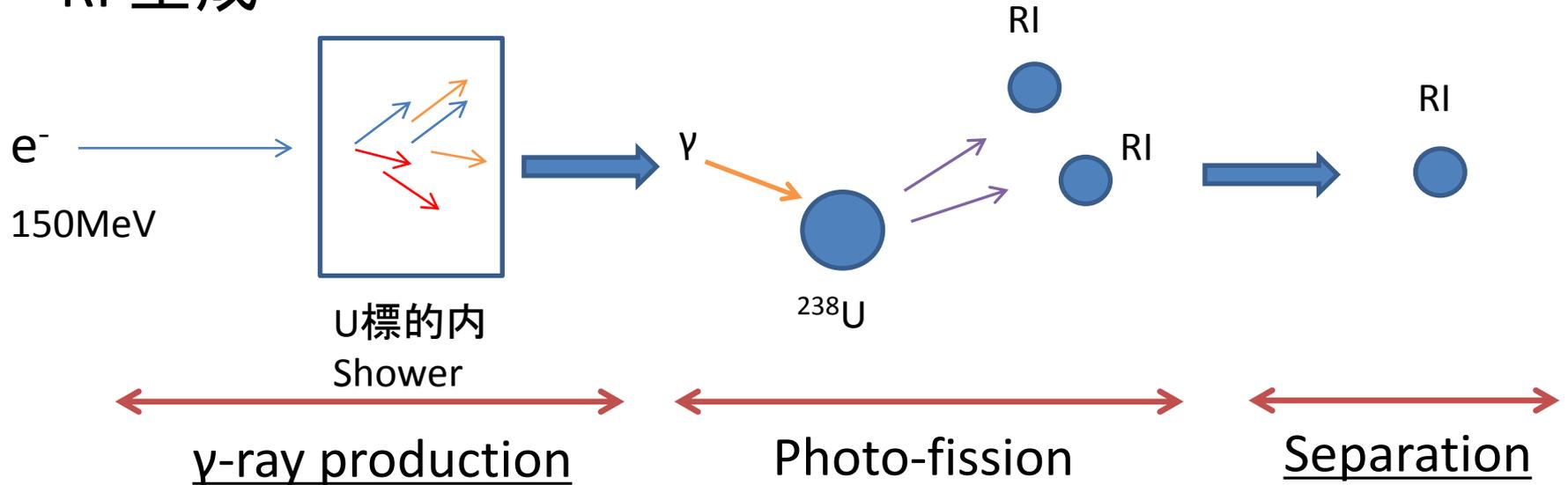
# Current status of Electron-beam-driven RI Separator for SCRIT

RIKEN ULIC mini WS  
SCRIT Analysis Meeting of the First-Round Xe Experiment  
2012/9/6 Tetsuya Ohnishi

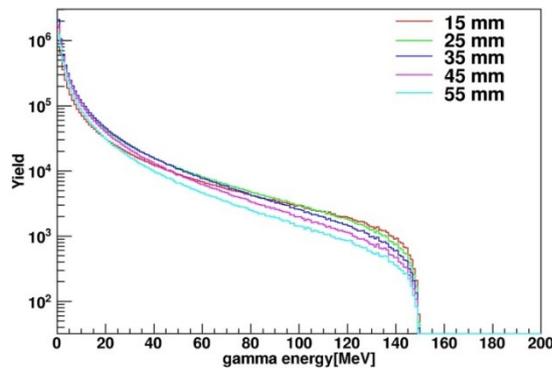
1. RI 生成とイオン化(簡単なおさらい)
2. ERISの現状
3. ウラン照射に向けて
4. 1kW 対応へ
5. まとめ

# 1. RI 生成とイオン化のスキーム

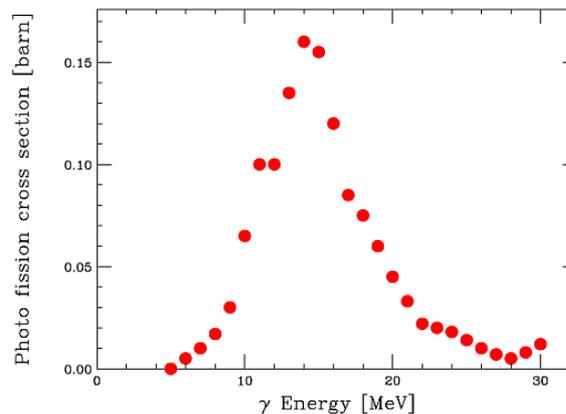
## ・RI 生成



GEANT4



Measured cross section



$\sim 10^{11}$  fissions  
 (1kW, U 30g)

$^{132}\text{Sn}$   $10^9$  pps

→ Eff. 1% 假定

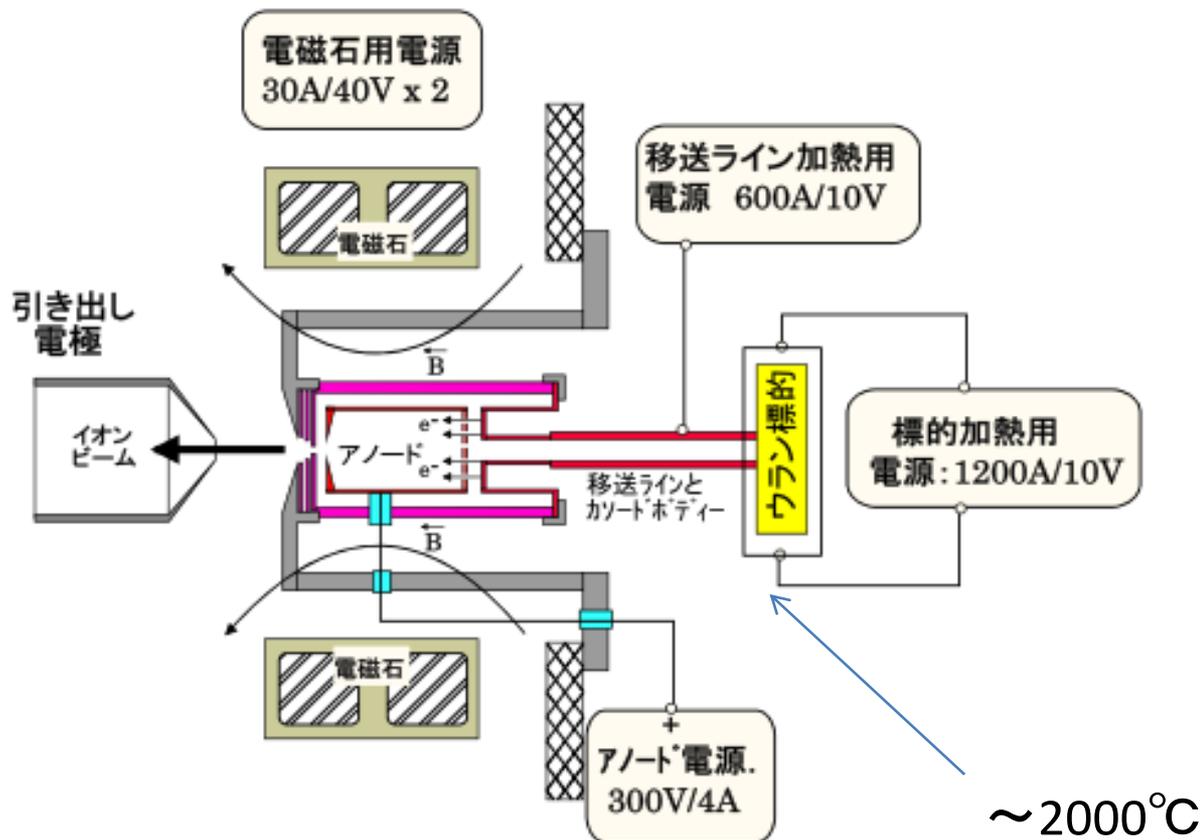
→  $10^7$  pps

ISOL

Chemical separation

# ・イオン化(イオン源)

FEBIRD type: Forced Electron Beam Induced Arc Discharge type



# 2. ERISの現状

診断系  
(ビームカレント+ビームプロファイル)

HV stage

Cathode

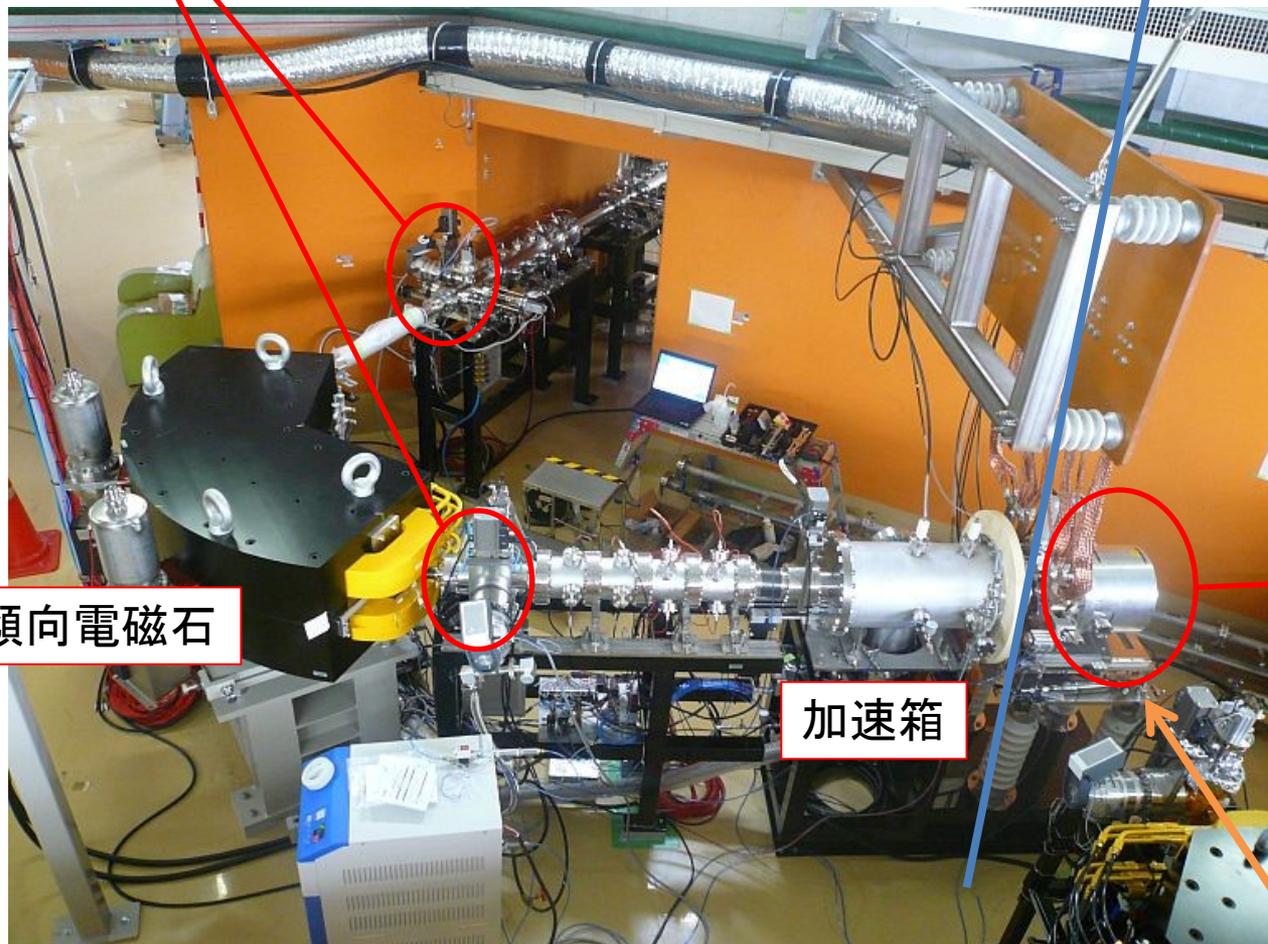
Anode

120° 傾向電磁石

加速箱

イオン源

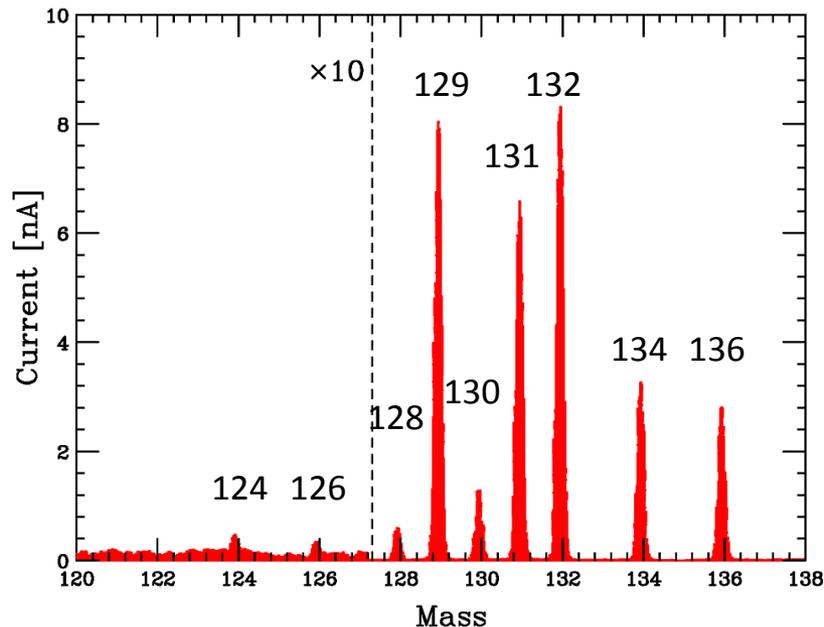
E-beam



# Performance of ERIS

Natural Xe gas : Total gas flow  $6.7 \times 10^{12}$  atoms/sec

## ▪ Mass resolution



Designed value : 2000



Measured value

$M/\Delta M \sim 1660(70)$

## ▪ Efficiency

Overall efficiency = Ionization  $\times$  Extraction  $\times$  Transmission  
 $\sim 21.4\%$  at focal point of ISOL

### 3. ウラン照射に向けて

- 標的作成
- 粒子識別検出器準備
- インフラ整備
- RI production commissioning

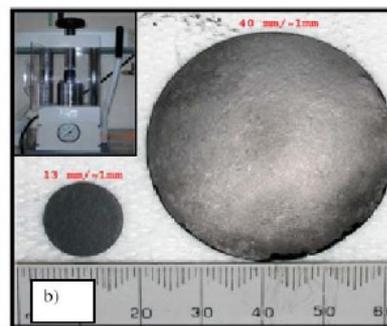
# 標的作成

Disk 型: 粉末状標的 + 炭素粉 + 接着剤 → プレス後焼結

メリット: 密度のコントロールがしやすい。  
標的の使用量を多くできる。

例: SPES

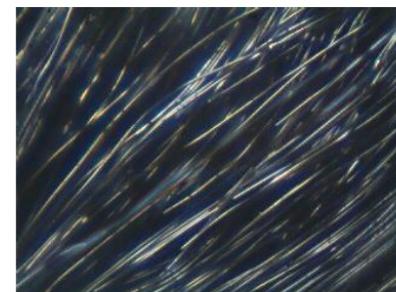
1mm 厚,  $\phi$ 13mm, 40mm



ファイバー含侵法: 硝酸に溶かし込んだ標的を炭素ファイバーに染みこませる。

メリット: 比較的楽に生成可能。  
JAEA で経験あり。

Target base material  
Graphite fiber  $\phi = 11 \mu\text{m}$   
(GC-20, Tokai Carbon Co.)

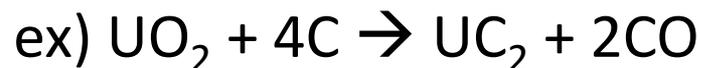


100 $\mu\text{m}$



# 酸化物標的から炭化物標的への転換

ウラン酸化物(  $U_3O_8$  ,  $UO_2$  ) からウラン炭化物へ変換



## 炭素物のメリット

蒸気圧が低い → 蒸気消失が少ない

密度が高い

酸素によるダメージが少ない

(イオン源材料の酸化物ができにくい)



イオン源本体をつかって酸化物から炭化物への変換  
～ 2000 °C 近辺

将来はオフラインで炭化物への転換を行う。

# ・標的作成スケジュール

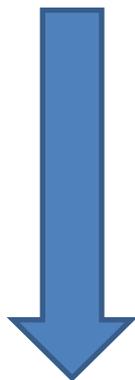
La を使った標的生成テスト

Disk 標的作成テスト  
酸化テスト  
炭化物変換テスト



UCx の生成

Disk 標的作成テスト: La 標的Disk を制作テスト中。  
一旦Disk 標的はできるが、  
時間が経つと崩れてしまう。

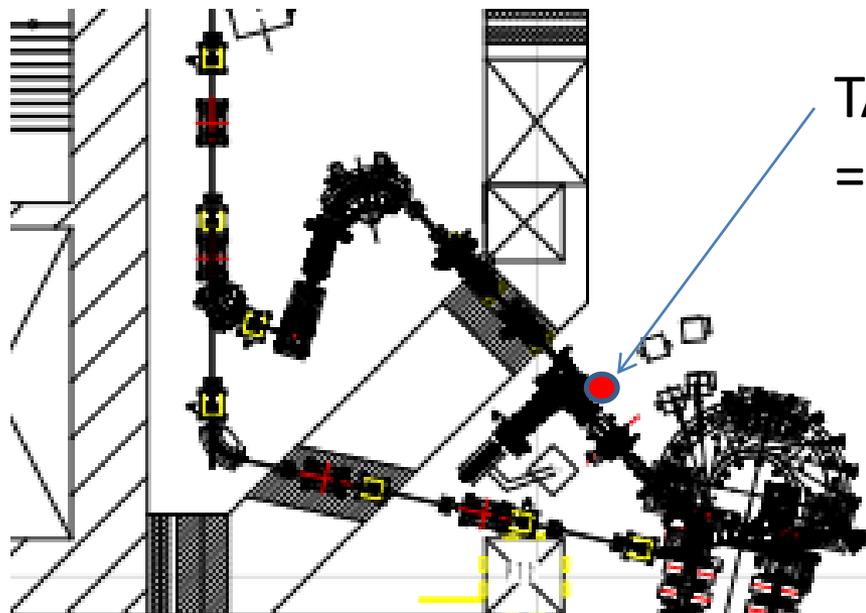


10日間



RI production commissioning は、  
ファイバー含侵法で作成した標的を用いる。

# 粒子識別検出器整備



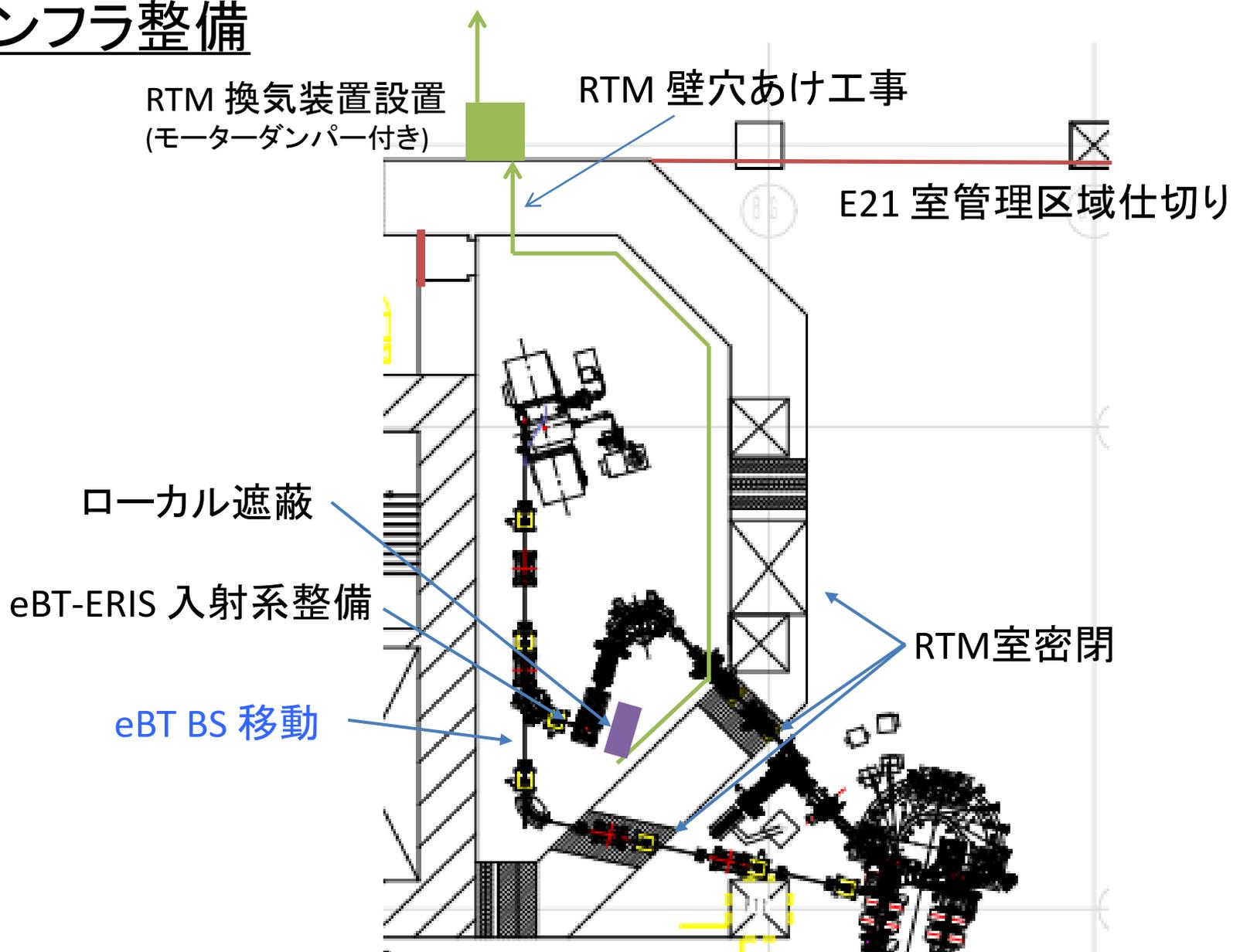
TARO system  
= 回転標的チェンバー+ Ge 検出器



生成不安定核の $\beta$ 崩壊からの $\gamma$ 線を捕まえる。

- 今後
1. TARO ビームライン整備
  2. TARO system 設置
  3. 線源による校正
  4. System まわりの遮蔽強化

# インフラ整備



入退室関連インターロック更新



RTM 運転  
RTM運転+SR2運転

が使用可に。

# RI production commissioning

- 1) eBT-ERIS transport tuning → 標的場所のデマルケストで調整
- 2) La 標的を使った総合オンラインテスト
  - イオン源昇温
  - 基準 Xe ガスを用いて Transport の確認。(TARO 直前まで通す。)
  - 標的照射 → 照射時のイオン源の状態の確認(真空・温度)
  - 生成不安定核の Transport
  - TARO を用いた $\gamma$ 線測定 → 粒子の同定。
  - 線量測定 → 足りないところは強化する。
- 3) 施設検査( ~10月末)
- 4) イオン源標的交換
- 5) U 標的を使った  $^{132}\text{Sn}$  生成テスト
  - イオン源昇温
  - 基準 Xe ガスを用いて Transport の確認。(TARO 直前まで通す。)
  - 標的照射 → 線量測定(残留放射能などを測定し、計算と比較)
  - 生成不安定核の Transport
  - TARO を用いて  $^{132}\text{Sn}$  の同定

# 補足: La 標的を用いた不安定核生成

Photo spallation:  $^{139}\text{La}(\gamma, 2pn) ^{136}\text{Cs}$

文献 Radiochimica Acta 55 (1991)113-117

End of bremsstrahlung energy: 140 MeV

0.011 mb/equivalent quantum

$$Y = N_0 \sigma_q(E_0) \frac{1}{E_0} \int_0^{E_0} k N(k, E_0) dk$$

Y: Yield

$N_0$ : Target 個数

$N(k, E_0)$

$E_0$ : End of bremsstrahlung energy

GEANT4 からの計算を基に、Yield を導出。

1W, La 10g, 60 mm厚さ標的, 0.011 mb  $\rightarrow 3.783 \times 10^3$  cps

$^{139}\text{La}(\gamma, 7n) ^{132}\text{La}^m$  (24.3 m, 135.2 keV, Brr44%) : 0.17 mb

$^{139}\text{La}(\gamma, 7n) ^{132}\text{La}^g$  (4.8h, 540.4keV, Brr 7.8%) : 0.22 mb

$\sim 10^4$ cps が期待できる。

## 4. 1kW 対応へ

現在 RTM 出力 ～数W

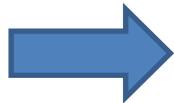
U(ファイバー標的) 4g, RTM 1W

→ Total  $3 \times 10^7$  fissions/s →  $^{132}\text{Sn}$   $3 \times 10^5$  pps

目標 RTM 出力 ～1kW

U(Disk標的) 30 g, RTM 1kW

→ Total  $2 \times 10^{11}$  fissions/s →  $^{132}\text{Sn}$   $3 \times 10^9$  pps

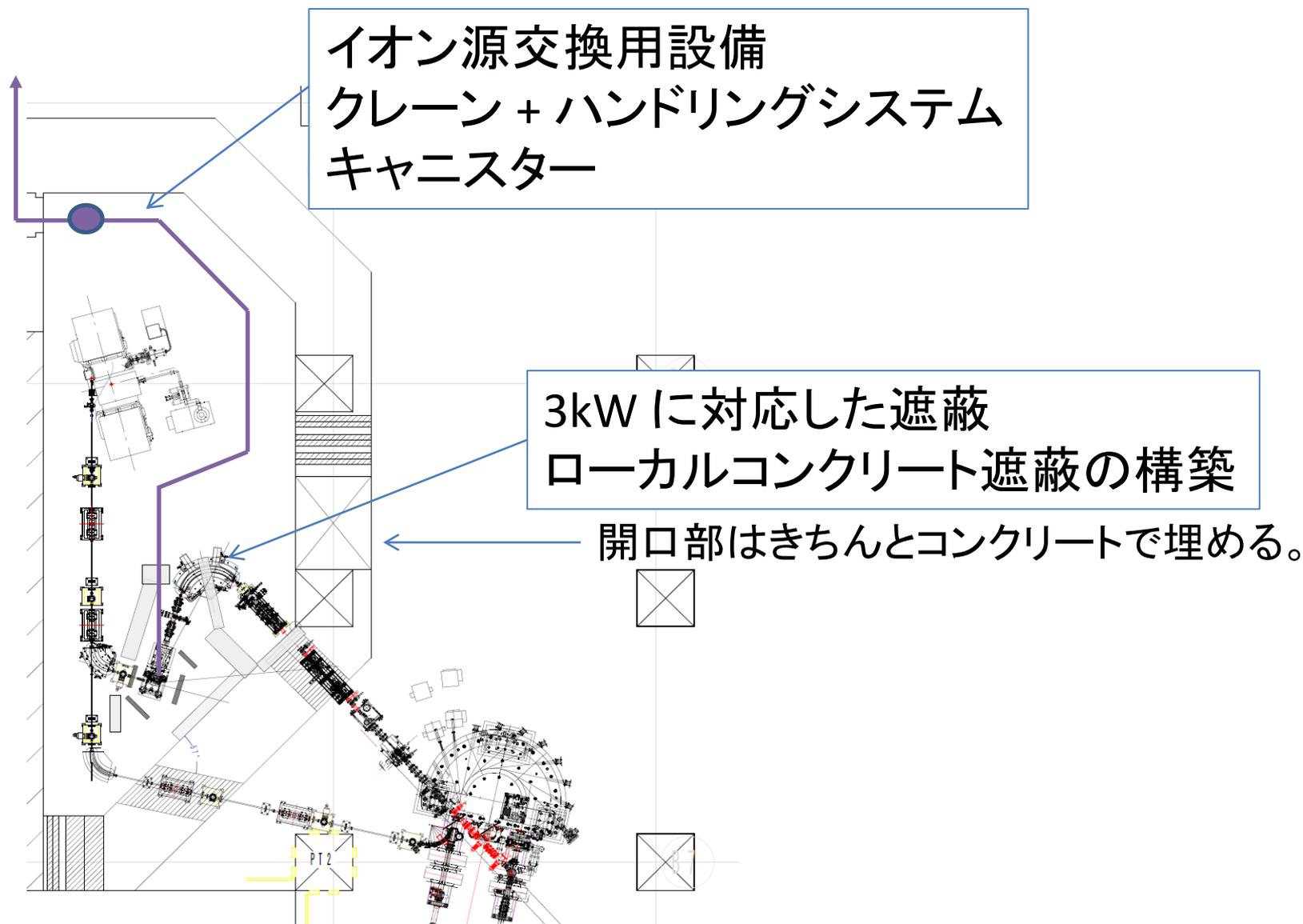


RTM upgrade

遮蔽&メンテナンス設備の更新

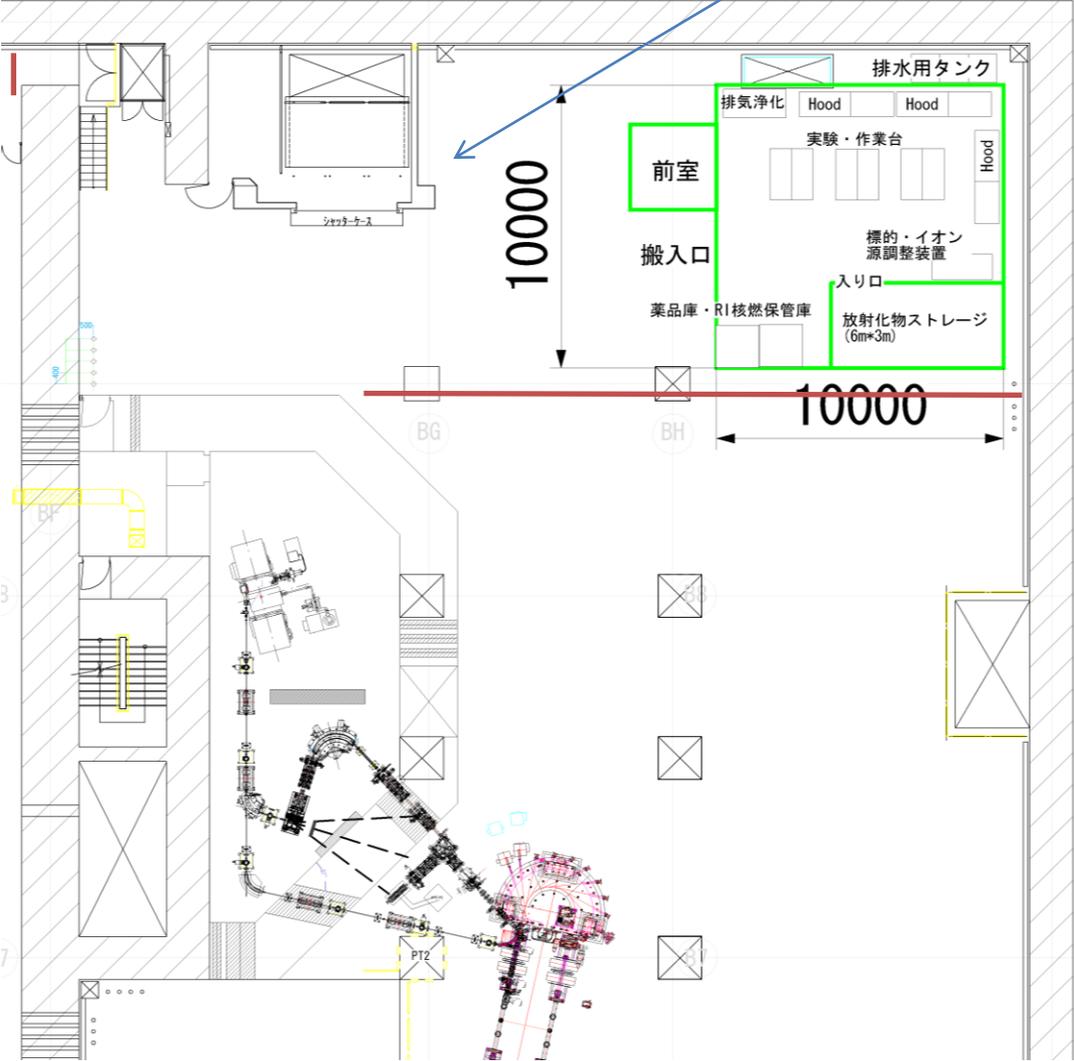
ホットラボの新設

# 遮蔽の更新&メンテナンス設備の整備



# ホットラボの新設

許可された人のみが立ち入り可能エリア



## 5. まとめ

現状: Xe ガスを用いたテストが終了。  
10 月末の施設検査を目指して整備中。

11 月～ U標的による RI 生成開始。

### 最適化

RI 生成パラメータ (イオン源、電子ビーム)  
ビームラインのパラメータ

### 懸念事項

イオン源の寿命によるスケジュール調整  
現在 40 ~ 50 日ぐらいで、カソードボディが  
破断する。減肉が原因か。