

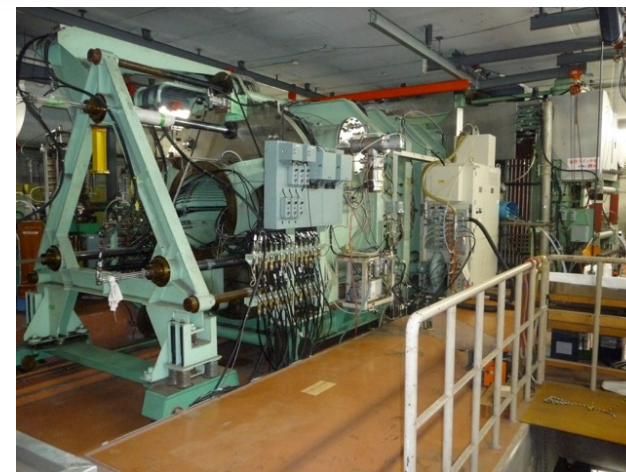
# サイクロトロン本体室内における 消耗品の放射化について

大阪大学 核物理研究センター  
鈴木 智和



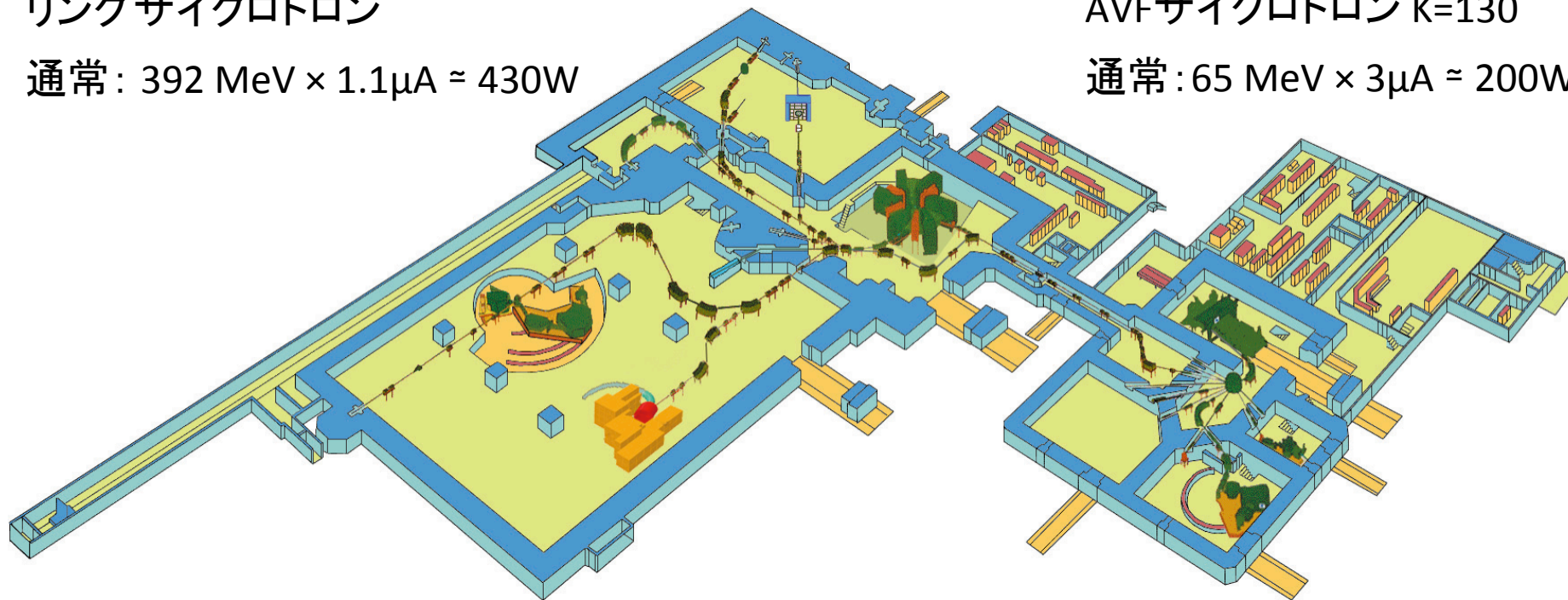
リングサイクロトロン

通常:  $392 \text{ MeV} \times 1.1 \mu\text{A} \approx 430\text{W}$



AVFサイクロトロン K=130

通常:  $65 \text{ MeV} \times 3 \mu\text{A} \approx 200\text{W}$





# 消耗品の放射化について

- サイクロトロン冷却水系の放射化
  - 冷却水（運転中）
  - 冷却水（運転終了数日後）
  - 熱交換用イオン交換樹脂
- サイクロトロン本体室内の照明の放射化
  - 蛍光灯の放射化（核種、数量、測定）
  - 放射化した蛍光灯の廃棄（方法）
  - 実験室毎の蛍光灯の放射化の状況（放射化物管理に使えるか？）
- その他、サイクロトロン本体室内の放射化の例
  - 消火器（放射化している部分、廃棄方法）



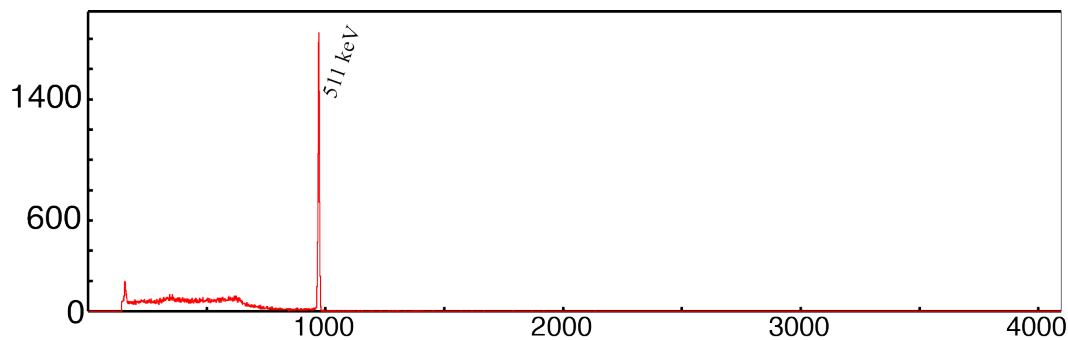
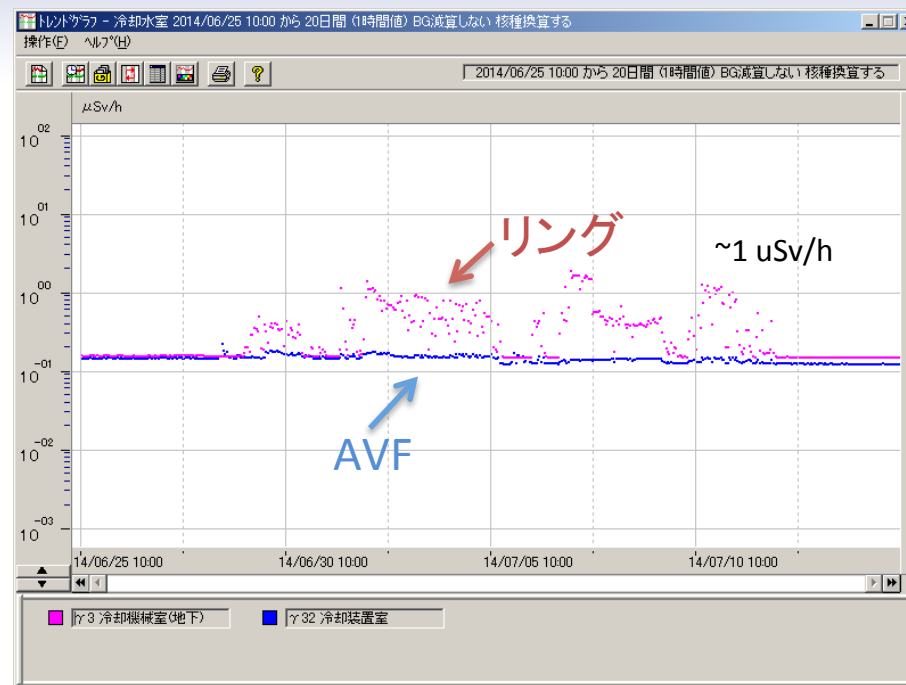
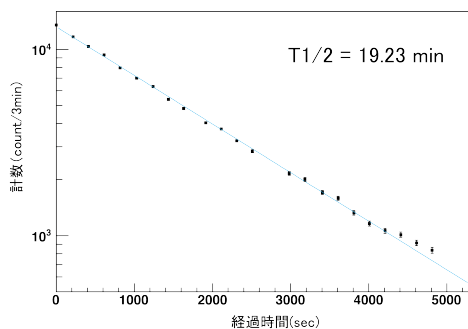
# リングサイクロトロン冷却水の放射化（運転終了数日後）

- 放射化により生成される核種・・・H-3
- 液体シンチレータで測定
  - 5.3 Bq/cc
- H-3/C-14サーベイメータでは検出できない。
- 密封されていない放射性同位元素としてH-3の排水中濃度限度は60 Bq/cc
- H-3によって汚染されたもののクリアランスレベルは100 Bq/g



# リングサイクロトロン冷却水の放射化（運転中）

リングサイクロトロンで大電流運転すると冷却水室の空間線量率が上昇する。  
 運転後1日経過すれば線量率は元に戻る

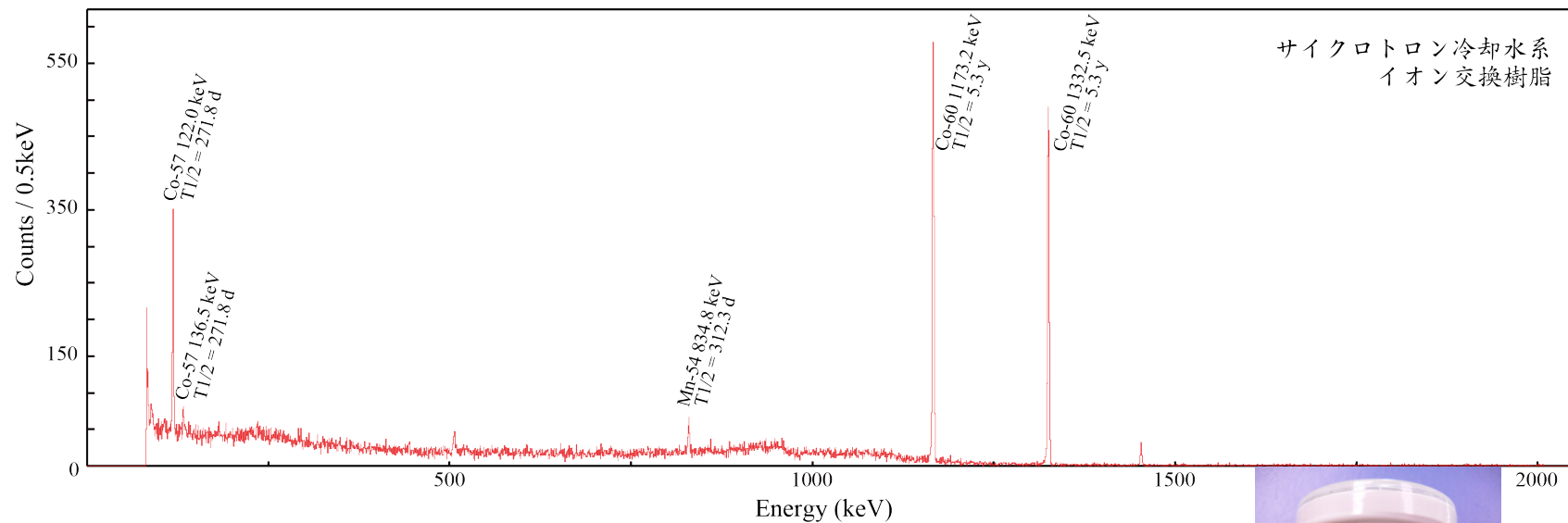


C-11が生成されている。



# 冷却水系イオン交換樹脂

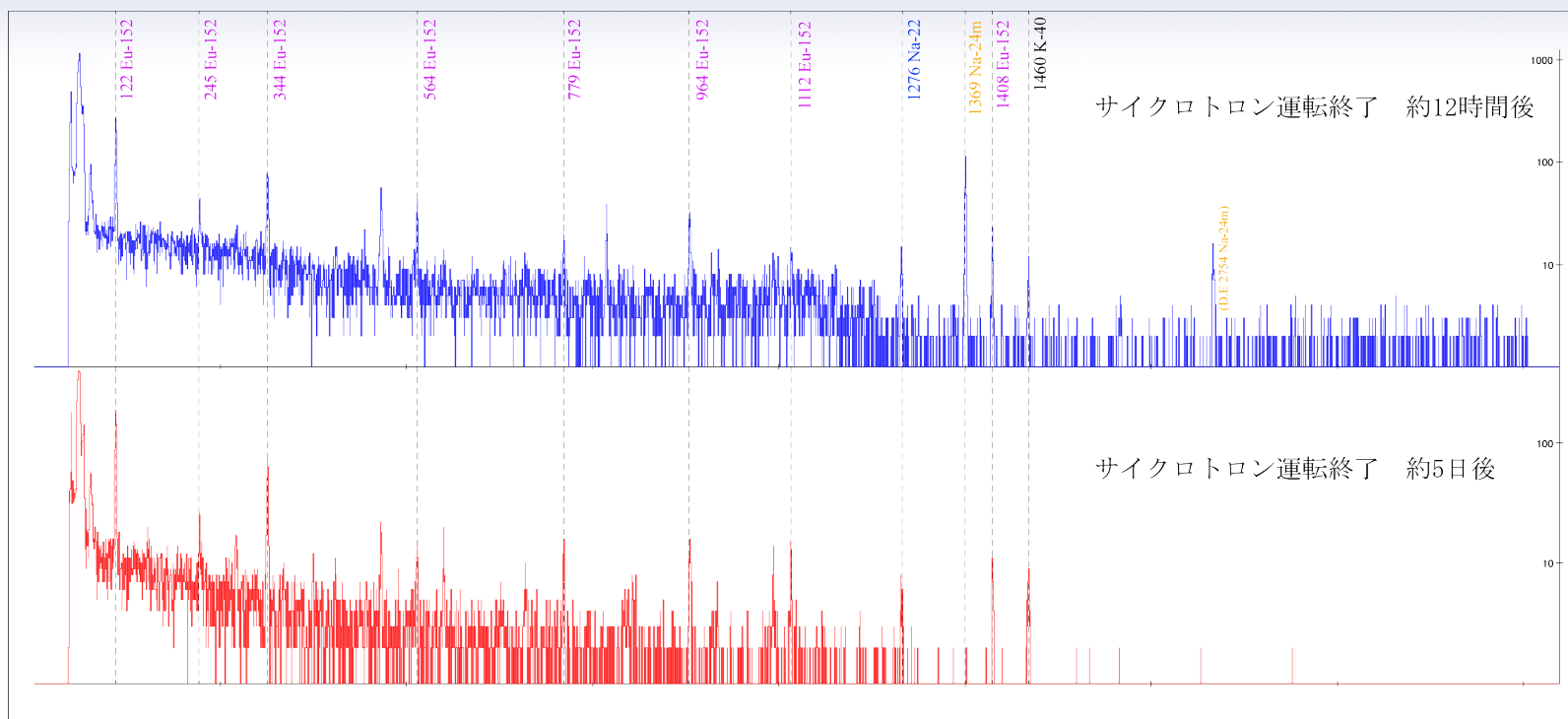
- サイクロトロン冷却水はイオン交換樹脂で金属を取り除きながら循環させて使用している。
- そのため、冷却水中からはH-3、C-11のみが検出されたと考えられる。
- 表面線量率は0.3  $\mu\text{Sv/h}$ 程度





# 蛍光灯の放射化

AVF本体室 0コース 蛍光灯



- 蛍光灯は大阪大学で一括購入されている
- 3波長型昼白色 FLR40SEX-N/M/36-HG
- 蛍光材にユーロピウムが使われている

# 放射化した3波長型昼白色蛍光灯

- 核種：Eu-152 (運転終了直後はNa-24も)
- 表面線量率：0～0.07  $\mu\text{Sv/h}$  (BGの2倍程度)
- 数量：？
  - NaI(Tl)サーベイメータの測定値と放射能の関係を調査
    - 放射化していない蛍光灯を砕いて、1 kBqのEuCl<sub>3</sub>溶液5ccとともにU8容器に入れ校正用線源とした
    - 放射化した蛍光灯は砕いてすべてをU8容器に入れた
    - ゲルマニウム検出器で測定
  - 162 ±10 [(Bq/g)/( $\mu\text{Sv/h}$ )]
  - 表面線量率が0.03  $\mu\text{Sv/h}$ 、直径36mm、長さ120cmの蛍光灯1本あたりでは1kBq/本





# 放射化した蛍光灯の廃棄

- 日本アイソトープ協会のドラム缶
  - 内径390mm、高さ454mm
- 蛍光灯の長さ 1200mm
- 日本アイソトープ協会環境整備課に相談
  - 割って入れてください
  - 割らない場合（短いもの）は不燃物
  - 割ったものは非圧縮性不燃物



蛍光管内は負圧なので端を割って空気を入れる(強めにたたく)



軽くたたくとどんどん割れる

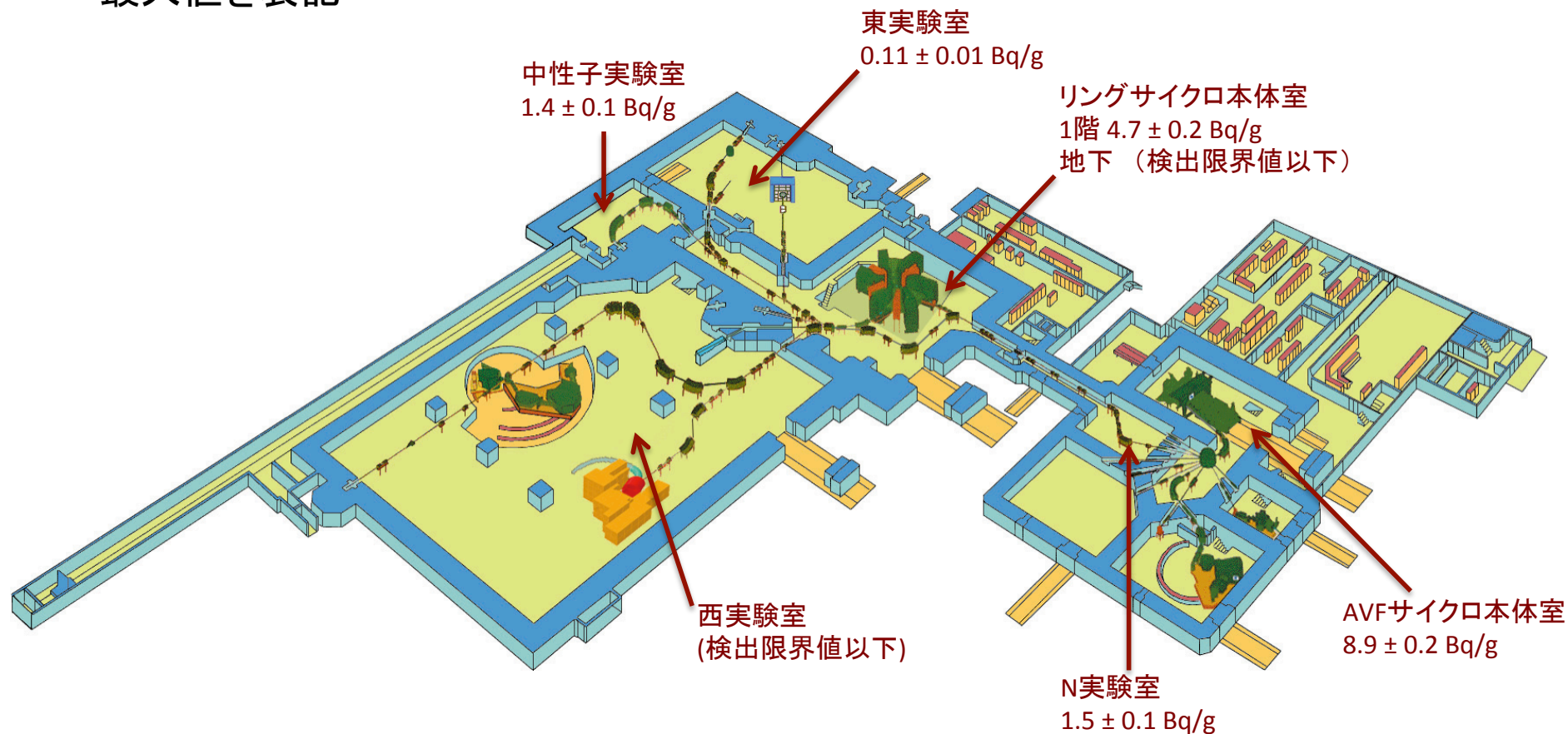


協会の廃棄物用内容器に入れ、非圧縮性不燃物ドラム缶へ

**核種・数量がわかっている**

# 実験室毎の蛍光灯の放射化の状況

最大値を表記

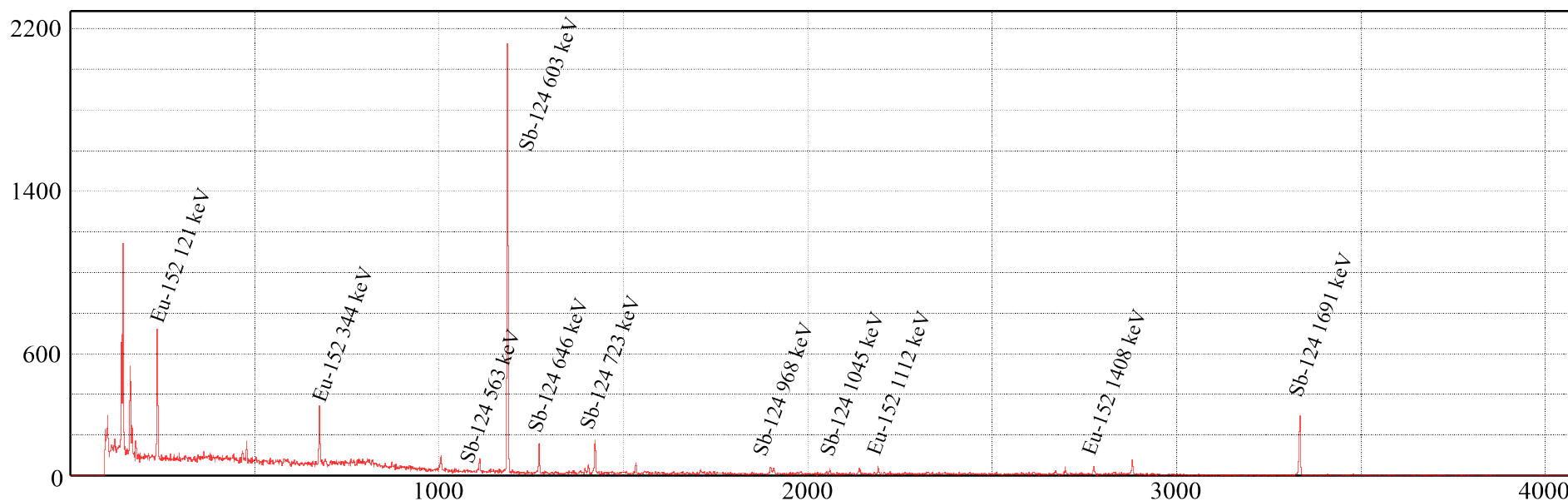


Eu-152のクリアランスレベルは0.1 Bq/g



# PETサイクロترون室の場合

- HM12、自己遮蔽なし
- 白色、FLR40SW/M/36



取り外し14日後で  
 Sb-124:  $1.4 \pm 0.1$  Bq/g  
 Eu-152:  $0.33 \pm 0.02$  Bq/g



# 蛍光灯の放射化からわかるかもしれないこと

- 放射化しているのはユーロピウム
- 壁に設置されている
  - 壁（コンクリート）の放射化の評価に使えるかもしれない
- 使用サイクル（1本あたり約1年）がだいたい決まっている
  - 実験室ごとに機器類が有意に放射化するかしないかを判断するのに使えるかもしれない
  - ゾーニング？
  - 中性子の捕獲断面積
    - Eu-151 9169 barn
    - Co-59 37 barn （アイソトープ手帳第11版）



# その他の放射化の例

- 消火器
  - 容器が放射化 (約 $0.05 \mu\text{Sv/h}$ 、Na-22、Zn-65、Co-60)
  - 室内すべての消火器が放射化しているわけではない。
  - 粉末消化剤 (リン酸アンモニウム) は放射化していない
  - 粉末消火剤は消火器業者に引き取ってもらい、容器は非圧縮性不燃物で廃棄



# まとめと提案

- サイクロトロン冷却水にはH-3、C-11、Co-60などが含まれる。
  - 水道水を循環させる系ではCo-60に注意
  - 循環系でない場合はC-11に注意
- ユーロピウムが含まれる蛍光灯は放射化する
  - $\Phi 36$ の3波長昼白色蛍光灯ならば162 [(Bq/g)/( $\mu$ Sv/h)]で数量が推定できる
  - ドラム缶に入ればアイソトープ協会が引き取ってくれる
- RCNPでは消火器の容器が放射化した。消化剤には放射化が見られなかった。
- サイクロトロン本体室内では思わぬものが放射化している。室内のものを一般廃棄物に出すときは放射化のチェックが重要である。