

レーザー分光分析手法を用いた バックグラウンド評価に関する研究

東大院工 / 原子力機構

東京大学宇宙線研究所

日本原子力研究開発機構

東京大学大学院工学系研究科

岩田 圭弘

関谷 洋之

伊藤 主税

長谷川 秀一

共同利用研究経費:

査定額: 物品費2.5万円、旅費5万円

使用額: 0円(未使用)

平成29年度 東京大学宇宙線研究所 共同利用研究成果発表会
東京大学柏キャンパス 2017/12/09(土)

お詫び

本研究は、日本原子力研究開発機構・大洗研究開発センターにて平成25年度より継続して実施しております。

今年度につきましては、大洗研究開発センター内の他部署にて相次いで発生した事故の影響により、残念ながら現時点で当初の研究内容を実施できておりません。

Outline

- 研究内容

- * レーザー共鳴イオン化 を用いた Xe中Kr測定
- * レーザー誘起発光分光 を用いた水中Gd³⁺発光分析

- 事故の経緯

- * 燃料研究棟における汚染事故 (6/6(火)発生)
- * OWTFにおける重量物の落下事故 (8/4(金)発生)
- * JMTRにおける負傷事故 (9/6(水)発生)

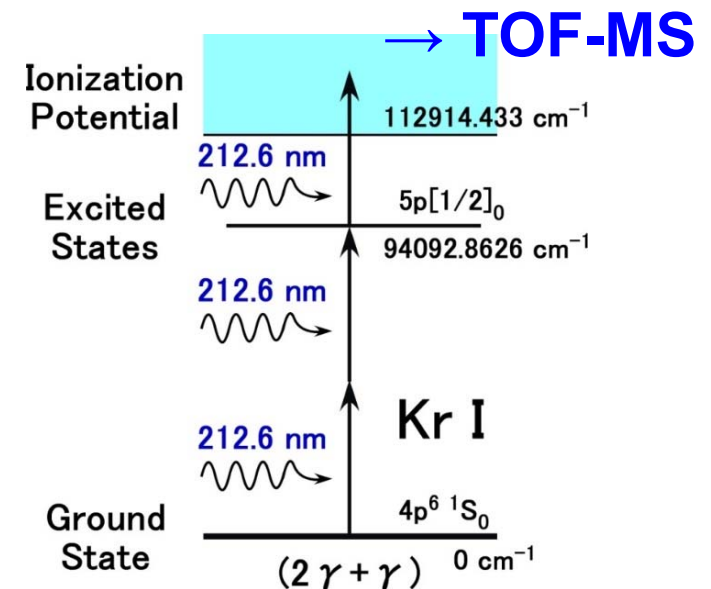
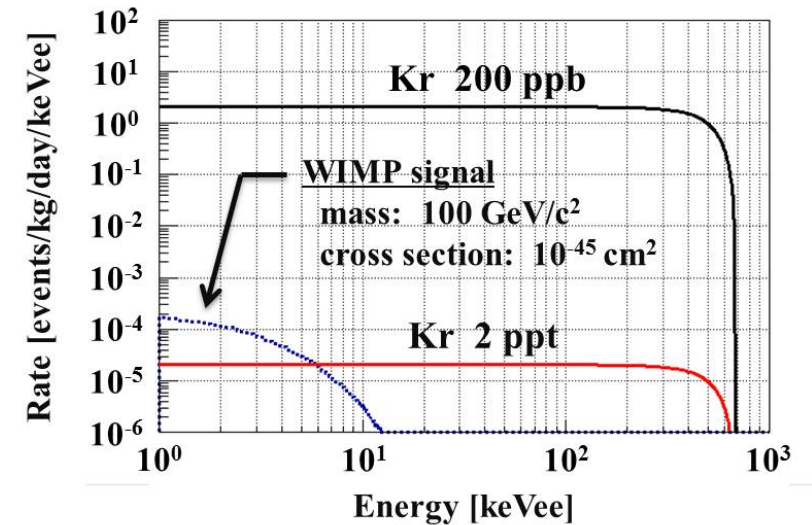
- 今後の予定

- * 研究再開の時期
- * 今年度の共同利用研究経費返上の可能性

内容(1): Xeを用いた暗黒物質探索における不純物 ^{85}Kr バックグラウンドの影響

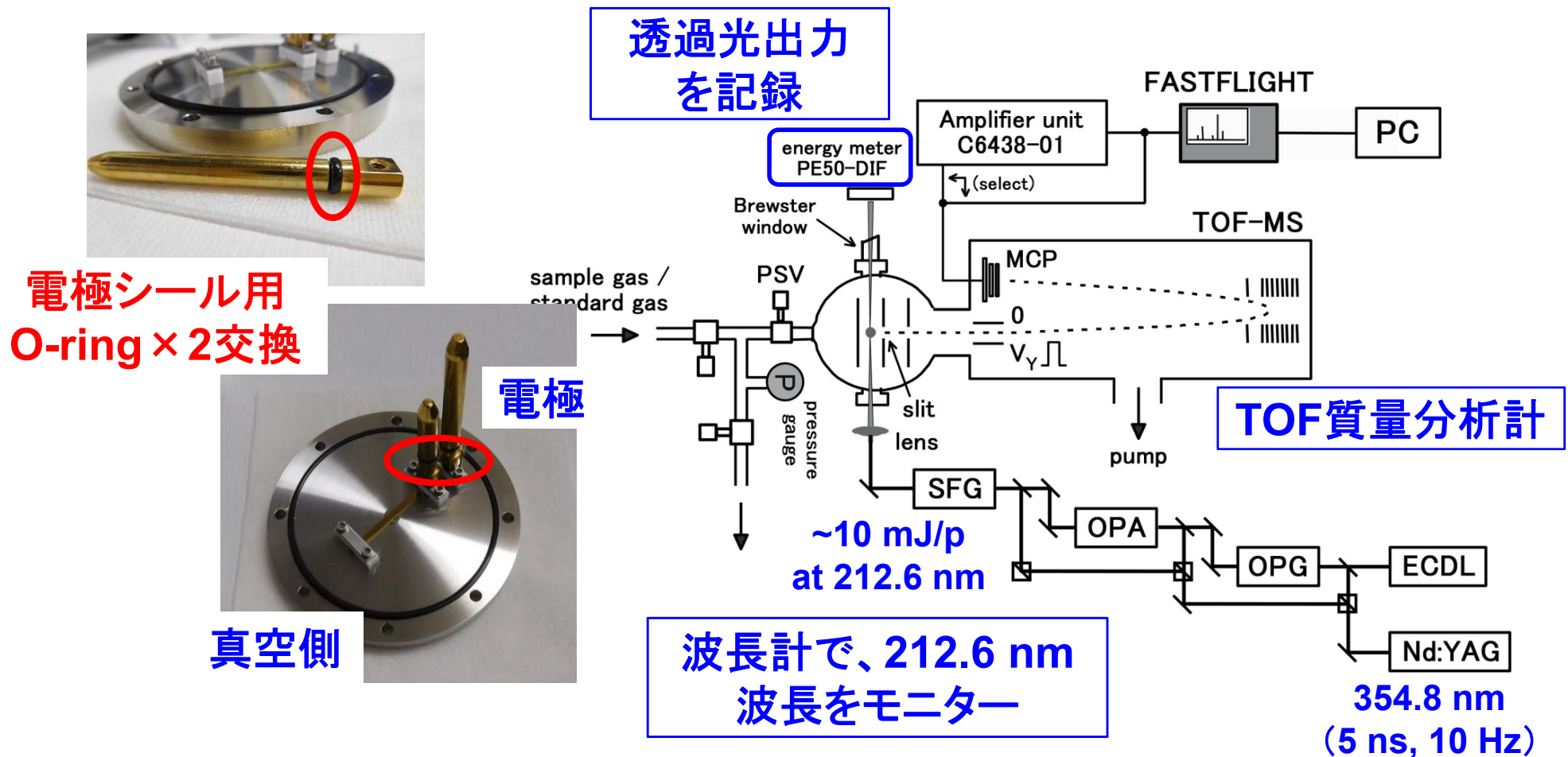
- ^{85}Kr : 核分裂で生成、 $\sim 10^{-11}$
- WIMP探索に対する ^{85}Kr BG
 $\Rightarrow$ $\sim$ ppt Kr が $\sigma \sim 10^{-45} \text{ cm}^2$
探索に影響
- Xe中 $\sim$ ppt level Kr濃度測定
 $\Rightarrow$ レーザー共鳴イオン化
質量分析法(RIMS)

波長212.6 nm ナノ秒パルスレーザー
+ TOF質量分析で $^{84}\text{Kr}^+$ を検出



測定セットアップ

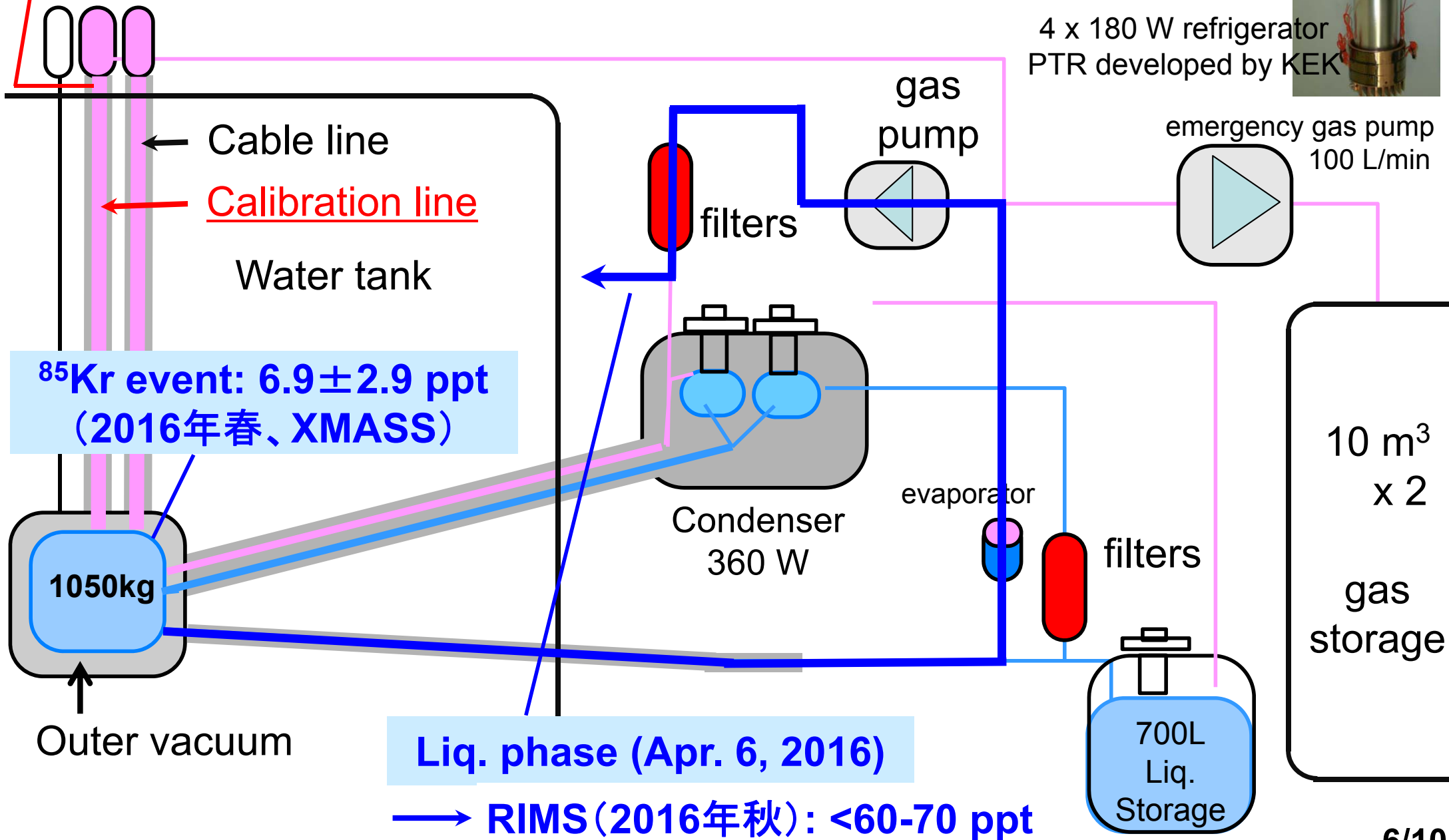
- パルスバルブ (PSV) から、試料ガスを質量分析計に導入
- 測定系のコンタミ低減のため、PSVのO-ringを交換



Gas phase (Dec. 9, 2010)

→ RIMS (2015年秋): $\begin{cases} 108.3 \pm 7.7 \text{ ppt} \\ 103.8 \pm 7.3 \text{ ppt} \end{cases}$

Xe circulation system (XMASS)



内容(2): $\text{Gd}_2(\text{SO}_4)_3$ 含有水チェレンコフ 検出器における Gd^{3+} 発光事象

- Gd^{3+} : $^6\text{P}_{7/2} \rightarrow ^8\text{S}_{7/2}$ (312 nm)
- Nd:YAG 第4高調波 (266 nm, ~ns) 励起による発光を分光器
⇒ PMT 検出

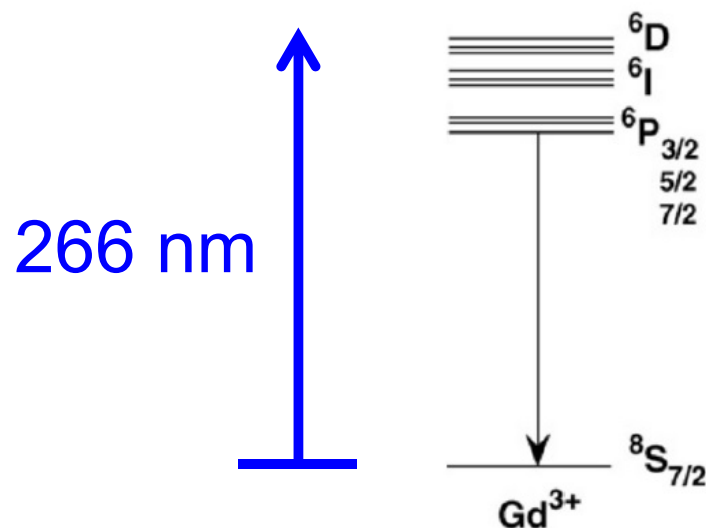


Table 2

Luminescence lifetimes (μs) of the Eu^{3+} , Gd^{3+} and Tb^{3+} ions in aqueous solution as a function of the azide ion concentration

$[\text{N}_3^-]$ (mol l^{-1})	Eu^{3+} (H_2O)	Eu^{3+} (D_2O)	Gd^{3+} (H_2O)	Tb^{3+} (H_2O)
0	112.4 $\pm$ 0.7	4020.0 $\pm$ 6.0	1480.0 $\pm$ 20.0	442.0 $\pm$ 2.0
0.00001			1380.0 $\pm$ 14.2	
0.00005			1025.0 $\pm$ 11.6	
0.0001		3880.0 $\pm$ 5.0	850.0 $\pm$ 11.2	
0.0002			548.0 $\pm$ 9.3	
0.0004			215.0 $\pm$ 3.2	
0.0006			170.0 $\pm$ 2.6	
0.0008			152.0 $\pm$ 2.1	
0.0010		911.0 $\pm$ 3.6	136.0 $\pm$ 1.4	
0.05		191.3 $\pm$ 0.9		
0.01	111.4 $\pm$ 0.6	95.4 $\pm$ 0.7		441.0 $\pm$ 1.8
0.02	94.1 $\pm$ 0.4	50.3 $\pm$ 0.6		435.4 $\pm$ 1.8
0.04	44.8 $\pm$ 0.4	31.5 $\pm$ 0.3		416.7 $\pm$ 1.4
0.06	31.6 $\pm$ 0.2	22.0 $\pm$ 0.2		367.7 $\pm$ 1.5
0.08	24.1 $\pm$ 0.2			313.8 $\pm$ 1.1
0.10	20.5 $\pm$ 0.1	16.0 $\pm$ 0.1		244.2 $\pm$ 1.2
0.15				139.7 $\pm$ 1.4
0.20	11.6 $\pm$ 0.1			92.0 $\pm$ 0.0
0.30				65.2 $\pm$ 0.6
0.40				50.0 $\pm$ 0.6
0.50	6.34 $\pm$ 0.06			34.7 $\pm$ 0.5

Stefan Lis et al., Journal of Alloys and Compounds **323-324** (2001) 125-127.

燃料研究棟における汚染事故



概要(1)

【1】

概要

平成29年6月6日(火)11:15頃、燃料研究棟の108号室(管理区域)で、作業員5名がプルトニウムとウランの入った貯蔵容器をフード(H-1)内で点検していたところ、樹脂製の袋が破裂して汚染が発生した。

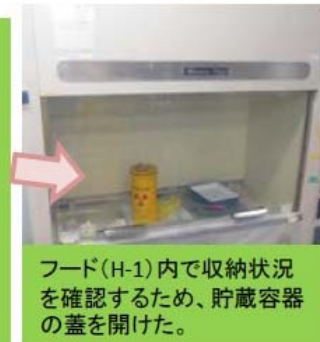
背景

- ・燃料研究棟は、高速炉用新型燃料等の研究を行う目的で昭和49年度に建設され、平成25年度に施設の廃止の方針を決定した。
- ・平成29年2月から、核燃料物質の管理状態を改善するための作業の一環として、既存貯蔵容器(80個)の空き容量等の確認作業を開始した。
- ・31個目の確認作業中に発生した。

時系列

- 6/6(火) 11:15頃 事故発生
- 6/7(水) 法令報告と判断
- 6/19(月) 原子炉等規制法第62条の3に基づき原子力規制委員会に報告書を提出
- 6/21(水)、23(金)、28(水)、30(金)
原子力規制庁による原子炉等規制法第68条第1項に基づく立入検査
- 6/23(金) 茨城県の要請に対する報告書を提出
- 7/ 4(火) 現場復旧作業を開始
・フード(H-1)へのアクセスルートを確保
- 7/ 5(水) 原子力規制委員会において原子力規制庁が立入検査の結果を報告

核燃料物質を入れたポリ容器を樹脂製の袋(2重)に入れ貯蔵容器に収納



フード(H-1)内で収納状況を確認するため、貯蔵容器の蓋を開けた。

時系列

- 7/ 7(金) 燃料研究棟廊下において軽微な汚染を確認(作業を一時中断)
- 7/10(月) 量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所(以下、「量研 放医研」という。)が内部被ばく線量評価結果を公表

預託実効線量	人数
100mSv以上 200mSv未満	1名
10mSv以上 50mSv未満	2名
10mSv未満	2名

- 7/20(木) 貯蔵容器の移動(108号室のフード(H-1)⇒101号室のグローブボックス)
- 7/21(金) 原子炉等規制法第62条の3に基づき原子力規制委員会に報告書(第2報)を提出
- 7/24(月) 茨城県原子力安全対策委員会において、これまでの対応状況について報告

燃料研究棟における汚染事故



概要(2)

【2】

時系列

- 7/28(金) 108号室フード(H-1)の除染・ペイント固定が終了
- 8/1(火) 108号室床面の汚染検査・除染を開始
貯蔵容器収納物、飛散物の観察を開始
- 8/2(水) 原子力規制庁が法令報告(第2報)について原子力規制委員会に報告。国際原子力・放射線事象評価尺度(INES)レベル2の「異常事象」*と暫定評価。
- 8/8(火) 茨城県東海地区環境放射線監視委員会
- 8/14(月) 労基署に「実効線量区分労働者数報告」(四半期の定例報告)を提出
- 8/22(火) 108号室床面の汚染検査・除染が終了
- 8/23(水) 108号室壁面、天井面、グローブボックス他構造物等の汚染検査・除染を開始
- 9/8(金) 燃料研究棟101号室にて汚染発生(作業中断)

* INESの評価尺度(レベル)と参考事例

7	深刻な事故	チェルノブイリ原子力発電所事故 福島第一原子力発電所事故
6	大事故	ウラル核惨事
5	広範囲な影響を伴う事故	スリーマイル島原発事故
4	局所的な影響を伴う事故	JCO臨界事故
3	重大な異常事象	アスファルト固化処理施設火災爆発事故
2	異常事象	関電美浜2号機 蒸気発生器伝熱管損傷
1	逸脱	「もんじゅ」ナトリウム漏えい事故
0	尺度以下	関電美浜3号機 2次系配管破損死亡事故

時系列

- 9/8～9/15 101号室で発生した汚染の対応、処置、計画書類の緊急点検
- 9/19(火) 108号室壁面、天井面、グローブボックス他構造物等の汚染検査・除染を再開
- 9/29(金) 原子炉等規制法第62条の3に基づき原子力規制委員会に報告書(第3報)を提出

作業員の状況

作業員の量研 放医研への入退院の状況は以下のとおり。

入院期間	人数	入院期間	人数
6/7～6/13	5名	8/21～8/25	1名
6/18～6/26	5名	9/4～9/8	1名
7/3～7/7	3名	9/11～9/12*	4名
7/24～7/28	3名	9/25～9/29	1名
8/7～8/11	2名		

*: 定期検診

※作業員の入院は、キレート剤の効果が認められることによるもの。

※なお、作業員5名とも、体調に特段の変化はない。

※産業医、保健師、作業員ケアチームが作業員や家族に対して、面談等のケアを実施している。

今後の予定

- 研究再開の時期

- * 作業手順書等の所長・理事確認後、再開予定
- * 年度末までには再開される見込み

- 今年度の共同利用研究経費返上の可能性

- * 年度末まで残された時間を考慮し、再開に時間を要する場合は研究経費を返上する可能性があります。

現時点では、今年度末までには再開できる見通しとなっております。

引き続き、来年度も継続を希望しておりますので、よろしくお願いいたします。