

# 福島第一原子力発電所構内で 採取した瓦礫の分析

平成28年4月28日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構/  
日本原子力研究開発機構

本資料には、経済産業省平成26年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金  
(固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」の成果の一部が含まれている。

無断複製・転載禁止 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構  
©International Research Institute for Nuclear Decommissioning



## 概要

- 原子炉建屋の解体廃棄物は発生量(体積、質量)と放射能の観点で重要であり、早期にインベントリを評価することが望まれる。このために、建屋の内部で得られる試料は、汚染状態を把握する上で優先度が高い。
- これまで発電所構内で採取した汚染水、瓦礫、伐採木などの分析を実施してきたが、今回、原子炉建屋内で採取された瓦礫(建屋内瓦礫)及び覆土式一時保管施設で採取された瓦礫(覆土瓦礫)を採取して分析し、結果が得られたことから報告する。
- また、1号機タービン建屋滞留水処理に関する現場調査において、同タービン建屋地下階の床で砂試料が採取された。当該エリアの放射性核種組成を被ばく管理と廃棄物管理の観点から把握するために、砂試料を純水浸漬/硝酸溶出した溶液を分析し、結果が得られたことから報告する。

# 廃棄物試料の分析状況

| 年度    | 試料  | 試料数 | 発表等  |
|-------|---|-----|--|
| 23-26 | 水処理設備<br>出入口水 <ul style="list-style-type: none"> <li>1~4号機タービン建屋滞留水等</li> <li>集中RW地下高汚染水</li> <li>淡水化装置濃縮水</li> <li>高温焼却炉建屋地下滞留水</li> <li>処理後水(セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置)</li> </ul>  | 25  | <a href="http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_110522_04-j.pdf">http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_110522_04-j.pdf</a><br><a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/120924/120924_01jj.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/120924/120924_01jj.pdf</a><br><a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130627/130627_02kk.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130627/130627_02kk.pdf</a><br><a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/131128/131128_01ss.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/131128/131128_01ss.pdf</a> |
|       | 建屋内瓦礫<br>ボーリングコア <ul style="list-style-type: none"> <li>1号機・3号機原子炉建屋1階瓦礫</li> <li>2号機原子炉建屋5階(床)ボーリングコア</li> <li>1号機原子炉建屋1階(床、壁)ボーリングコア</li> <li>2号機原子炉建屋1階(床)ボーリングコア</li> </ul> | 13  | <a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130828/130828_01nn.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130828/130828_01nn.pdf</a><br><a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/150326/150326_01_3_7_04.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/150326/150326_01_3_7_04.pdf</a><br><a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/1001_3_4d.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/1001_3_4d.pdf</a>  |
|       | 瓦礫<br>伐採木 <ul style="list-style-type: none"> <li>1、3、4号機周辺瓦礫</li> <li>伐採木(枝、葉)、3号機周辺 生木(枝)</li> </ul>   | 24  | <a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140130/140130_01tt.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140130/140130_01tt.pdf</a>  |
|       | 立木<br>落葉、土壤 <ul style="list-style-type: none"> <li>構内各所の立木(枝葉)及びそれに対応する落葉、土壤</li> </ul>   | 121 | <a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140227/140227_02ww.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140227/140227_02ww.pdf</a><br><a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/150326/150326_01_3_7_04.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/150326/150326_01_3_7_04.pdf</a>   |
| 27    | 水処理設備<br>出入口水 <ul style="list-style-type: none"> <li>集中RW地下高汚染水、高温焼却炉建屋地下滞留水</li> <li>処理後水(セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置、多核種除去設備)</li> </ul>   | 26  | <a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0730_3_4c.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0730_3_4c.pdf</a><br><a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0331_3_4f.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0331_3_4f.pdf</a>   |
|       | スラリー <ul style="list-style-type: none"> <li>多核種除去設備スラリー(既設)</li> </ul>  | 2   | <a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0827_3_4c.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0827_3_4c.pdf</a>  |
|       | 瓦礫 <ul style="list-style-type: none"> <li>1、2、3号機原子炉建屋内瓦礫</li> <li>覆土式一時保管施設で採取した瓦礫</li> <li>1号機タービン建屋砂</li> </ul>  | 30  | 今回報告   |
|       | スラリー <ul style="list-style-type: none"> <li>多核種除去設備スラリー(既設、増設)</li> </ul>   | 2   | <a href="http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0128_3_4d.pdf">http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0128_3_4d.pdf</a>  |

## 建屋内瓦礫、覆土瓦礫の分析

- 建屋内瓦礫(コンクリート、保温材、デッキプレート、ボーリングコア(表面塗膜))、覆土瓦礫を採取し、放射能を分析した。
- 以下の核種を対象として分析した※。
  - γ 核種:  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{94}\text{Nb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{154}\text{Eu}$
  - β 核種:  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{59}\text{Ni}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{79}\text{Se}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{129}\text{I}$
  - α 核種:  $^{233}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{236}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{237}\text{Np}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{242}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{243}\text{Am}$ ,  $^{244}\text{Cm}$ , 全α
- 取得した放射能データは、次の方法で整理。
  - 検出核種の放射能濃度
  - 核種濃度の分布

## 試料の採取(建屋内瓦礫)

### ■ コンクリート片・保温材

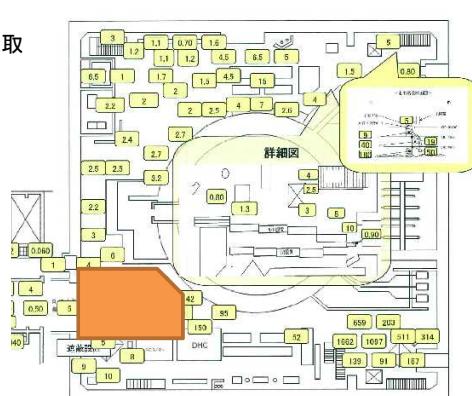
場所: 1号機 1階(平成25年10月): 1RB-AS-R2,R5,R7,R8,R9,R11

3号機 1階(平成26年3月): 3RB-AS-R1,R2,R5,R7,R9,R10,R11

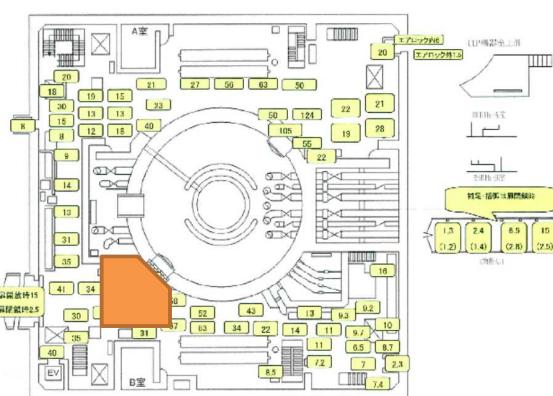
方法: 遠隔重機「ASTACO-SoRa」を用いた障害物撤去作業において回収された瓦礫から、建屋搬出時に握り拳程度の大きさのものを採取し、その一部を分析用に輸送。



試料採取箇所



1号機原子炉建屋1階



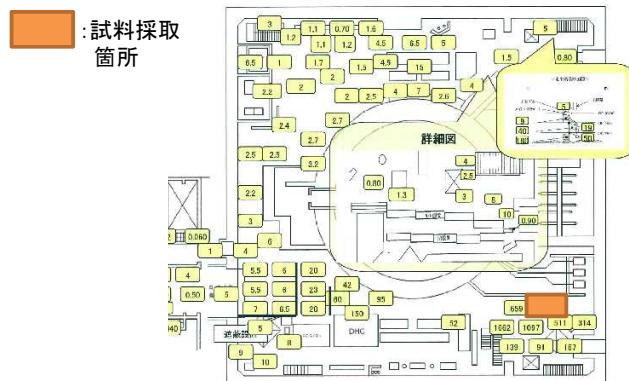
3号機原子炉建屋1階

# 試料の採取(建屋内瓦礫)

## ■ ボーリングコア

場所: 1号機1階(平成26年2月): 1RB-DE-C1

方法: 「建屋内の遠隔除染技術の開発」において、採取されたボーリングコア試料(直徑約40 mm)から表面塗膜※を採取し、分析用に輸送。



1号機原子炉建屋1階

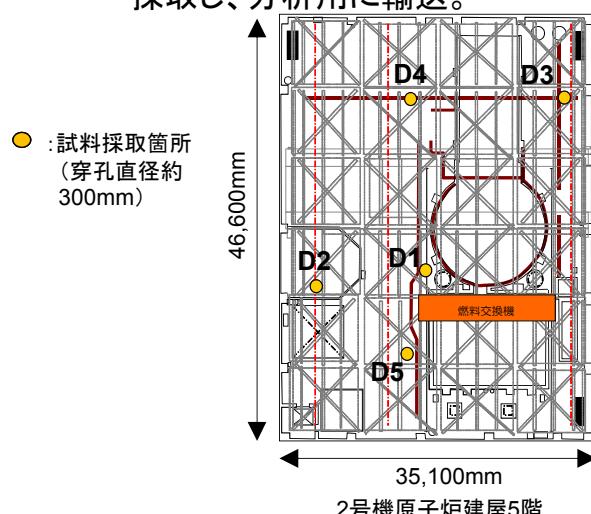
※ 過去のボーリングコア測定の知見に基づき、汚染度合いが高い表面塗膜のみを採取・分析。

# 試料の採取(建屋内瓦礫)

## ■ デッキプレート

場所: 2号機5階(平成26年1月,2月): 2RB-DE-D1, D2, D3, D4, D5

方法: 「建屋内の遠隔除染技術の開発」において、建屋屋上から5か所を穿孔した際に回収した天井部のデッキプレートから、それぞれ約30mm角の切断片5枚を採取し、分析用に輸送。



2号機原子炉建屋5階



試料 2RB-DE-D3 の外観  
(約30mm角の切断片5枚の採取前)

# 試料の性状(建屋内瓦礫)

| No. | 形状等     | 試料名        | 場所         | 表面線量率<br>( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) | 質量 <sup>※1</sup><br>(g) | 面積<br>( $\text{cm}^2$ ) |
|-----|---------|------------|------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1   | コンクリート  | 1RB-AS-R2  | 1号機原子炉建屋1階 | 32                                   | 4                       | —                       |
| 2   | 表面塗膜    | 1RB-AS-R5  | 1号機原子炉建屋1階 | 1500                                 | 17                      | —                       |
| 3   | 保温材     | 1RB-AS-R7  | 1号機原子炉建屋1階 | 800                                  | 11                      | —                       |
| 4   | 保温材     | 1RB-AS-R8  | 1号機原子炉建屋1階 | 750                                  | 23                      | —                       |
| 5   | コンクリート  | 1RB-AS-R9  | 1号機原子炉建屋1階 | 52                                   | 5                       | —                       |
| 6   | 保温材     | 1RB-AS-R11 | 1号機原子炉建屋1階 | 870                                  | 24                      | —                       |
| 7   | コア表面塗膜  | 1RB-DE-C1  | 1号機原子炉建屋1階 | 14                                   | 10                      | 12.56 <sup>※3</sup>     |
| 8   | デッキプレート | 2RB-DE-D1  | 2号機原子炉建屋5階 | 11 <sup>※2</sup>                     | 59 <sup>※2</sup>        | —                       |
| 9   | デッキプレート | 2RB-DE-D2  | 2号機原子炉建屋5階 | 3.6 <sup>※2</sup>                    | 58 <sup>※2</sup>        | —                       |
| 10  | デッキプレート | 2RB-DE-D3  | 2号機原子炉建屋5階 | 26 <sup>※2</sup>                     | 57 <sup>※2</sup>        | —                       |
| 11  | デッキプレート | 2RB-DE-D4  | 2号機原子炉建屋5階 | 3.0 <sup>※2</sup>                    | 59 <sup>※2</sup>        | —                       |
| 12  | デッキプレート | 2RB-DE-D5  | 2号機原子炉建屋5階 | 18 <sup>※2</sup>                     | 57 <sup>※2</sup>        | —                       |
| 13  | コンクリート  | 3RB-AS-R1  | 3号機原子炉建屋1階 | 22                                   | 25                      | —                       |
| 14  | コンクリート  | 3RB-AS-R2  | 3号機原子炉建屋1階 | 57                                   | 17                      | —                       |
| 15  | コンクリート  | 3RB-AS-R5  | 3号機原子炉建屋1階 | 25                                   | 24                      | —                       |
| 16  | コンクリート  | 3RB-AS-R7  | 3号機原子炉建屋1階 | 31                                   | 9                       | —                       |
| 17  | コンクリート  | 3RB-AS-R9  | 3号機原子炉建屋1階 | 530                                  | 23                      | —                       |
| 18  | コンクリート  | 3RB-AS-R10 | 3号機原子炉建屋1階 | 30                                   | 15                      | —                       |
| 19  | 保温材     | 3RB-AS-R11 | 3号機原子炉建屋1階 | 1200                                 | 21                      | —                       |

IRID

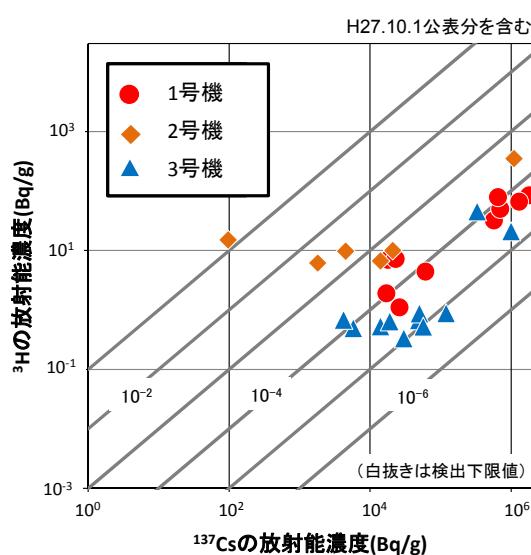
※1 各試料の受入量

※2 表面線量率は5枚のうち最大値、質量は5枚の総和。

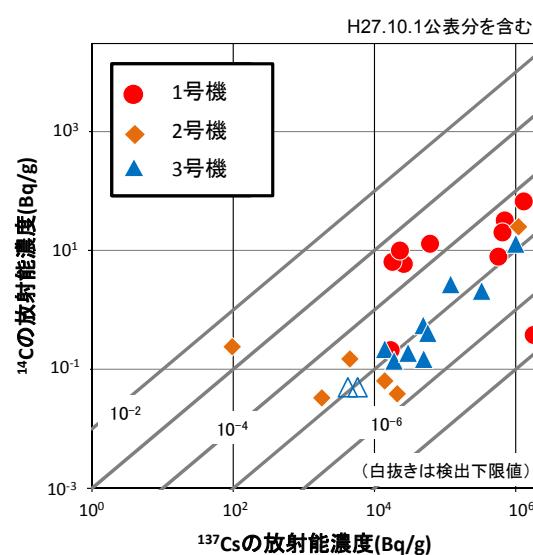
※3 塗膜(樹脂)の表面積。

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

## 建屋内瓦礫の ${}^3\text{H}$ , ${}^{14}\text{C}$ と ${}^{137}\text{Cs}$ 濃度の関係



➤ 1,3号機では比例関係が見られる。



➤ 3号機では比例関係が見られる。

| ${}^3\text{H}/{}^{137}\text{Cs}$ 比 |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| 分析濃度 <sup>※1</sup>                 | 燃料放射能比 <sup>※2</sup> |
| $1.1 \times 10^{-4}$               | $4.8 \times 10^{-3}$ |

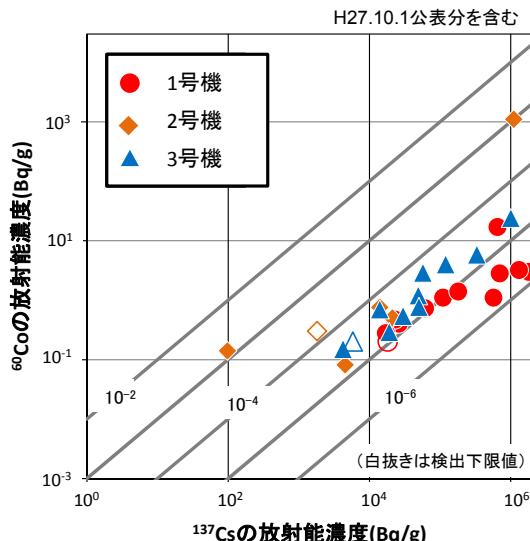
| ${}^{14}\text{C}/{}^{137}\text{Cs}$ 比 |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| 分析濃度 <sup>※1</sup>                    | 燃料放射能比 <sup>※2</sup> |
| $2.1 \times 10^{-5}$                  | $9.7 \times 10^{-7}$ |

IRID

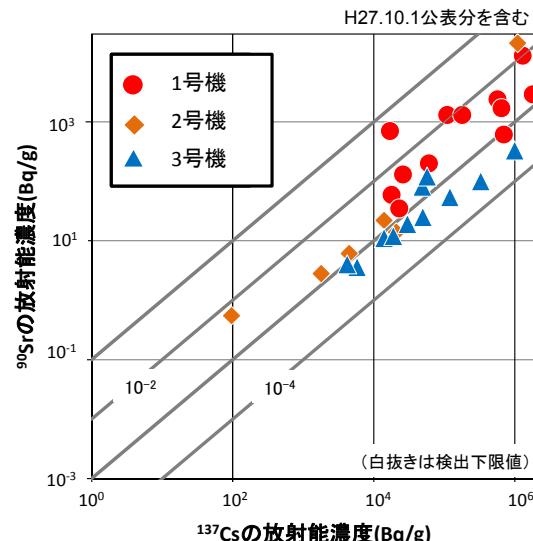
※1:1~3号機の建屋内瓦礫(昨年度分析値を含む)の検出値の平均値

※2:1~3号機被照射燃料について計算したH23.3.11時点の放射能(日本原子力研究開発機構報告書「JAEA-Data/Code 2012-018」)

# 建屋内瓦礫の $^{60}\text{Co}$ , $^{90}\text{Sr}$ と $^{137}\text{Cs}$ 濃度の関係



➤ 2号機の一部を除き、比例関係が見られる。

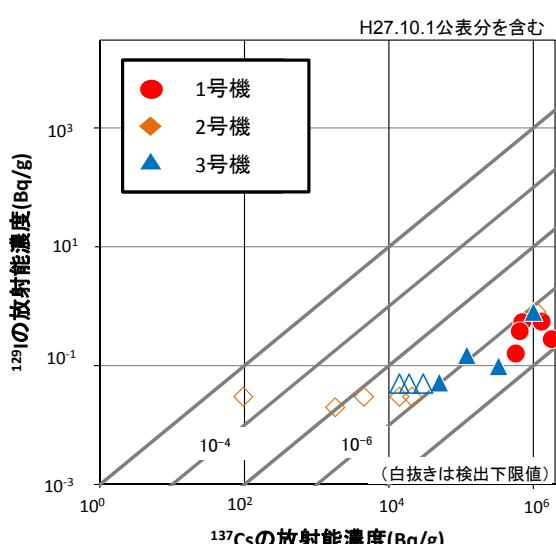


➤ 比例関係が見られ、 $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比は1号機が高め、3号機は低めの傾向。

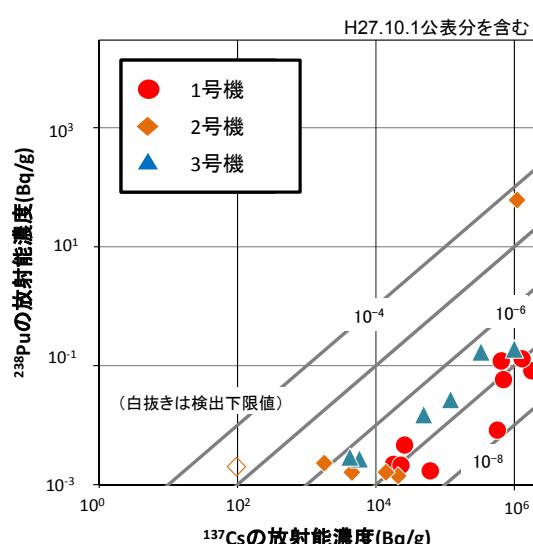
| $^{60}\text{Co}/^{137}\text{Cs}$ 比 |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| 分析濃度※1                             | 燃料放射能比※2             |
| $2.1 \times 10^{-5}$               | $1.3 \times 10^{-5}$ |

| $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比 |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| 分析濃度※1                             | 燃料放射能比※2             |
| $1.9 \times 10^{-3}$               | $7.5 \times 10^{-1}$ |

# 建屋内瓦礫の $^{129}\text{I}$ , $^{238}\text{Pu}$ と $^{137}\text{Cs}$ 濃度の関係



➤ 有意値で検出した試料では比例関係が見られ、 $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 比が $10^{-6}$ と $10^{-7}$ の間にある。



➤ 2号機の一部を除き比例関係が見られ、 $^{238}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ 比が $10^{-6}$ と $10^{-8}$ の間にある。

| $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 比 |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| 分析濃度※1                             | 燃料放射能比※2             |
| $5.2 \times 10^{-7}$               | $2.9 \times 10^{-7}$ |

| $^{238}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ 比 |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| 分析濃度※1                              | 燃料放射能比※2             |
| $2.1 \times 10^{-7}$                | $2.1 \times 10^{-2}$ |

# 試料の採取(覆土瓦礫)

## ■コンクリート片

場所: 覆土式一時保管施設

第1槽(平成24年9月～平成24年11月): 1SC-R1～R5

第2槽(平成24年12月～平成25年2月): 2SC-R1～R5

方法: 覆土式一時保管施設において大量に搬入された瓦礫から、瓦礫搬入時に握り拳程度の大きさのものを採取し、その一部を分析用に輸送。なお、覆土される瓦礫は、1～30mSv/hに区分される瓦礫。



搬入された瓦礫の状況(覆土前)



覆土後の状況

# 試料の性状(覆土瓦礫)

| No. | 形状等    | 試料名    | 場所  | 表面線量率<br>( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) | 質量 <sup>*</sup><br>(g) |
|-----|--------|--------|-----|--------------------------------------|------------------------|
| 1   | コンクリート | 1SC-R1 | 第1槽 | 2.5                                  | 5                      |
| 2   | コンクリート | 1SC-R2 | 第1槽 | 3.0                                  | 5                      |
| 3   | コンクリート | 1SC-R3 | 第1槽 | 2.5                                  | 5                      |
| 4   | コンクリート | 1SC-R4 | 第1槽 | 2.0                                  | 5                      |
| 5   | コンクリート | 1SC-R5 | 第1槽 | 2.3                                  | 5                      |
| 6   | コンクリート | 2SC-R1 | 第2槽 | 2.5                                  | 5                      |
| 7   | コンクリート | 2SC-R2 | 第2槽 | 2.0                                  | 5                      |
| 8   | コンクリート | 2SC-R3 | 第2槽 | 2.0                                  | 5                      |
| 9   | コンクリート | 2SC-R4 | 第2槽 | 2.1                                  | 5                      |
| 10  | コンクリート | 2SC-R5 | 第2槽 | 2.2                                  | 5                      |

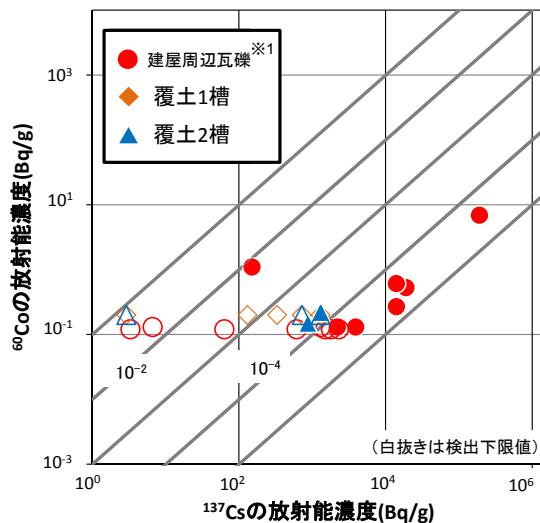


第1槽コンクリート  
(1SC-R5)

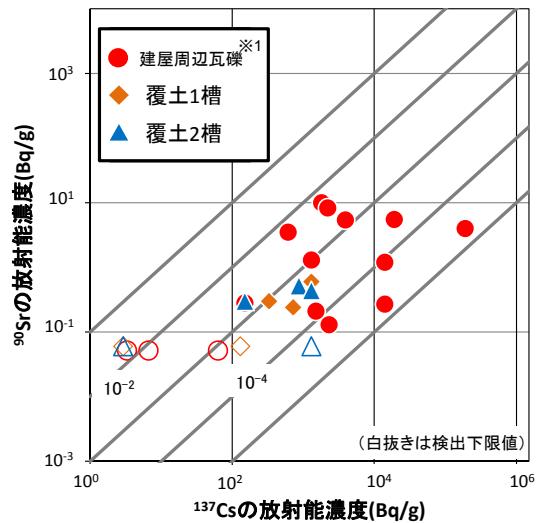


第2槽コンクリート  
(2SC-R2)

# 覆土瓦礫の $^{60}\text{Co}$ , $^{90}\text{Sr}$ と $^{137}\text{Cs}$ 濃度の関係



➤ 第2槽の試料より検出。建屋周辺瓦礫の放射能濃度と同程度である。



➤ 第1槽、第2槽の試料より検出。建屋周辺瓦礫の放射能濃度と同程度である。

$^{60}\text{Co}/^{137}\text{Cs}$ 比

| 分析濃度※2               | 燃料放射能比※3             |
|----------------------|----------------------|
| $1.7 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ |

$^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比

| 分析濃度※2               | 燃料放射能比※3             |
|----------------------|----------------------|
| $6.2 \times 10^{-4}$ | $7.5 \times 10^{-1}$ |

※1:原子炉建屋周辺で採取した瓦礫(周辺瓦礫)は、H26.1.30に公表

IRID

※2:覆土第1槽及び覆土第2槽の検出値の平均値

※3:1~3号機被照射燃料について計算したH23.3.11時点の放射能(日本原子力研究開発機構報告書「JAEA-Data/Code 2012-018」)

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

## 建屋内瓦礫及び覆土瓦礫の分析結果のまとめ

### ■ 検出された核種

γ核種:  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{154}\text{Eu}$

β核種:  $^{3}\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{79}\text{Se}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{129}\text{I}$

α核種:  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{244}\text{Cm}$ , 全α

### ■ 平成23年度より廃棄物試料の分析を実施している。

得られた結果は、解体廃棄物等のインベントリ精度向上に向け、解析的に算出したインベントリの妥当性検証などの廃棄物処理・処分の研究開発に活用している。

引き続き試料採取、分析を行い、事故の影響が考えられる廃棄物の放射能濃度等に関するデータの蓄積に努める。

# 1号機タービン建屋で採取された砂試料の分析

## 分析内容(砂試料)

### ■ 前処理として、次の2通りで処理。

- 純水による浸漬：滞留水が蒸発して放射性物質が付着した核種組成を確認する。浸漬時間は一昼夜。
- 硝酸による溶出：硝酸可溶な成分の有無を確認する。3 M硝酸、100°Cで30分間加熱。

### ■ 以下の核種を対象として分析している。

γ 核種：<sup>54</sup>Mn, <sup>60</sup>Co, <sup>94</sup>Nb, <sup>125</sup>Sb, <sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs, <sup>152</sup>Eu, <sup>154</sup>Eu

β 核種：<sup>90</sup>Sr

α 核種：<sup>238</sup>Pu, <sup>239+240</sup>Pu, <sup>241</sup>Am, <sup>244</sup>Cm

### ■ 元素分析とマイクロスコープ観察も実施した。

# 試料の採取(砂試料)

## ■ 砂試料

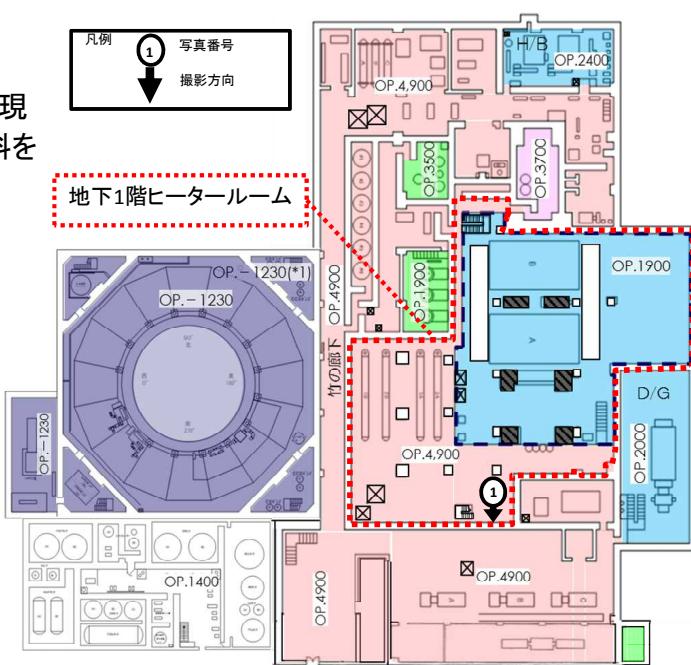
場所: 1号機タービン建屋地下階(OP4900)

方法: 1号機タービン建屋滞留水処理に関する現場調査において、地下階床面から砂試料を採取。



写真①: 砂試料サンプリング箇所

凡例  
1 写真番号  
撮影方向

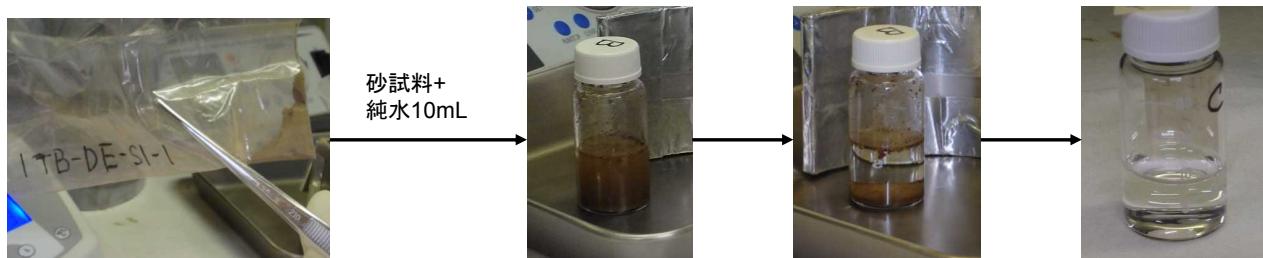


1号機タービン建屋地下階

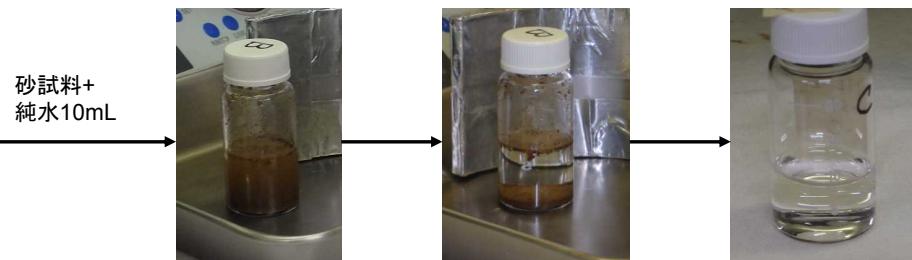
## 分析試料の情報(砂試料)

| 試料名         | 入手時期   | 試料量(g) | 線量率*(mSv/h) |
|-------------|--------|--------|-------------|
| 1号タービン建屋砂試料 | H27年3月 | 1      | 23          |
| 1TB-DE-S1-1 |        | 1      | 21          |
| 1TB-DE-S1-2 |        |        |             |

\* 表面線量率。  
測定日はH27年7月29日。



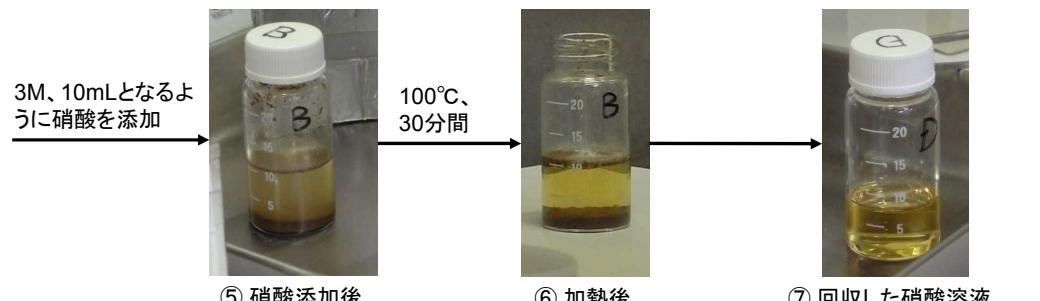
① 砂試料



② 純水を添加し、攪拌後

③ 一昼夜浸漬後

④ 回収した上澄液



3M、10mLとなるよう  
に硝酸を添加

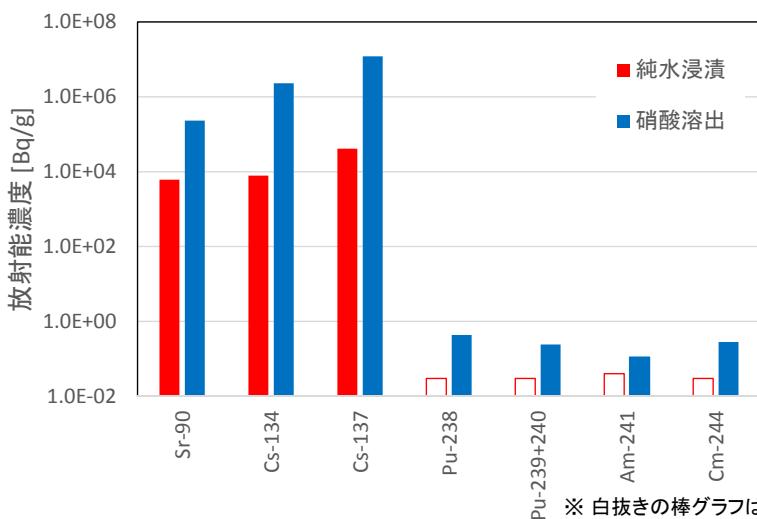
100°C、  
30分間

⑤ 硝酸添加後

⑥ 加熱後

⑦ 回収した硝酸溶液

# 放射性核種分析結果(砂試料溶出液)



- 純水浸漬と硝酸溶出のいずれについても<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Csが支配的であり、次に<sup>90</sup>Srが高い。
- 硝酸溶出の試料ではPu, Am, Cmも有意値で検出。
- 純水浸漬と硝酸溶出のいずれについても<sup>54</sup>Mn, <sup>60</sup>Co, <sup>94</sup>Nb, <sup>125</sup>Sb, <sup>152</sup>Eu, <sup>154</sup>Euは不検出。
- <sup>137</sup>Csとの放射能濃度比は、HTI/B地下滞留水(LI-HTI4-2)と比べて、<sup>90</sup>Srの割合が小さく、 $\alpha$ 核種は同程度。

※ 白抜きの棒グラフは検出下限値を示す。

| 試料名                                 | <sup>137</sup> Csとの放射能濃度比 |                   |                      |                                      |                                  |                      |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------|
|                                     | <sup>90</sup> Sr          | <sup>137</sup> Cs | <sup>238</sup> Pu    | <sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu | <sup>241</sup> Am                | <sup>244</sup> Cm    |
| 硝酸溶出液                               | 0.02                      | 1.0               | $3.6 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$                 | $9.2 \times 10^{-9}$             | $2.3 \times 10^{-8}$ |
| 参考)HTI/B地下滞留水<br>LI-HTI4-2(H27.3.3) | 0.78                      | 1.0               | $1.0 \times 10^{-7}$ | $<4 \times 10^{-8}$                  | $<9 \times 10^{-8}$              | $<4 \times 10^{-8}$  |
| 参考)1号T/B溜まり水<br>(H23.3.24)          | 0.0004                    | 1.0               |                      |                                      | 全 $\alpha$ : $<2 \times 10^{-6}$ |                      |

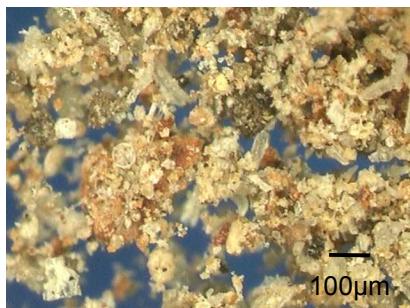
©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

IRID

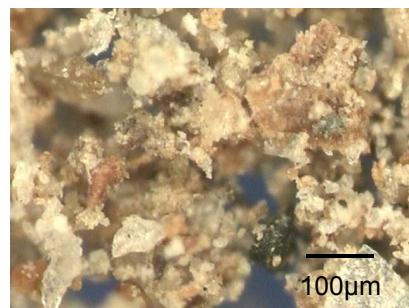
20

## マイクロスコープ観察(砂試料)

処理前



拡大倍率:300倍

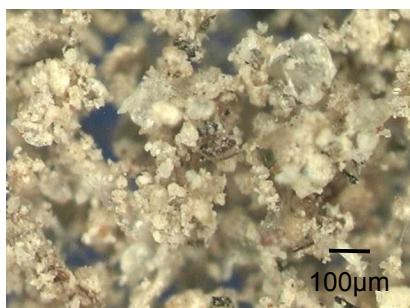


拡大倍率:500倍

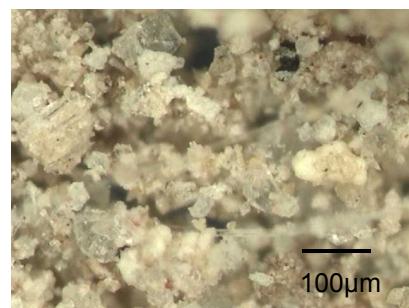
試料1gあたりの線量率

630  $\mu$ Sv/h

硝酸溶出後



拡大倍率:300倍



拡大倍率:500倍

試料1gあたりの線量率

209  $\mu$ Sv/h

- 処理前の試料には、全体に赤茶色の粒又は付着物のようなものが観察された。
- 硝酸溶出後の試料では、無色の砂が主に観察された。線量率などから<sup>137</sup>Cs等の一部が試料中に残留していることが示唆される。

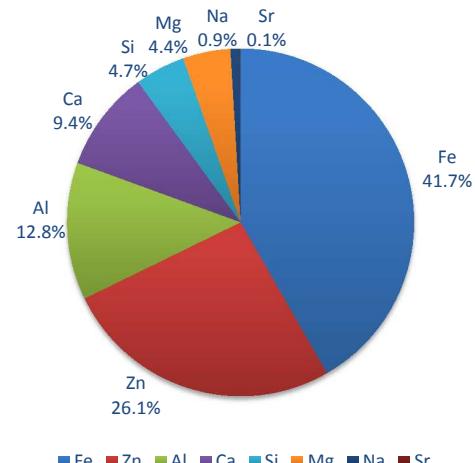
IR

ssioning

21

# 元素分析結果(砂試料溶出液)

| 試料名                 | 含有量 (mg/10mL) |     |     |     |    |    |      |      |
|---------------------|---------------|-----|-----|-----|----|----|------|------|
|                     | Mg            | Si  | Ca  | Al  | Fe | Zn | Na   | Sr   |
| 1TB-DE-S1-1<br>硝酸溶出 | 1.7           | 1.8 | 3.6 | 4.9 | 16 | 10 | 0.34 | 0.02 |



- 純水浸漬液からは、いずれの元素も不検出。
- Feが最多く、FeとZnで約2/3を占める。

## 砂試料分析結果のまとめ

### ■ 検出された核種

$^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{244}\text{Cm}$

■ 純水浸漬よりも硝酸加熱で溶出するものが多かった。硝酸溶出後の試料には、 $^{137}\text{Cs}$ 等が残留していることが示唆された。

■ 硝酸溶出液の元素分析結果では、Feが最も多かった。マイクロスコープ観察結果と合わせると主に酸化鉄が溶解したと推定される。

# 参考 $\gamma$ 核種分析結果(建屋内瓦礫)

| No. | 試料名        | 放射能濃度(Bq/g)                    |   |                             |                             |                                |
|-----|------------|--------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|     |            | $^{60}\text{Co}$<br>(約5.3年)    | $^{94}\text{Nb}$<br>(約 $2.0 \times 10^4$ 年) | $^{137}\text{Cs}$<br>(約30年) | $^{152}\text{Eu}$<br>(約14年) | $^{154}\text{Eu}$<br>(約8.6年)   |
| 1   | 1RB-AS-R2  | $(1.1 \pm 0.1) \times 10^0$    | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.1 \pm 0.1) \times 10^5$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$           |
| 2   | 1RB-AS-R5  | $(3.0 \pm 0.4) \times 10^0$    | $< 4 \times 10^{-2}$                        | $(1.8 \pm 0.1) \times 10^6$ | $< 2 \times 10^0$           | $< 6 \times 10^{-1}$           |
| 3   | 1RB-AS-R7  | $(3.2 \pm 0.4) \times 10^0$    | $< 8 \times 10^{-2}$                        | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^6$ | $< 6 \times 10^{-1}$        | $(4.7 \pm 0.9) \times 10^{-1}$ |
| 4   | 1RB-AS-R8  | $(2.8 \pm 0.3) \times 10^0$    | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $(7.0 \pm 0.1) \times 10^5$ | $< 6 \times 10^{-1}$        | $(3.2 \pm 0.8) \times 10^{-1}$ |
| 5   | 1RB-AS-R9  | $(1.4 \pm 0.1) \times 10^0$    | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.8 \pm 0.1) \times 10^5$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$           |
| 6   | 1RB-AS-R11 | $(1.7 \pm 0.1) \times 10^1$    | $< 4 \times 10^{-2}$                        | $(6.5 \pm 0.1) \times 10^5$ | $< 4 \times 10^{-1}$        | $(7.6 \pm 1.0) \times 10^{-1}$ |
| 7   | 1RB-DE-C1  | $(2.8 \pm 0.4) \times 10^{-1}$ | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.7 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$           |
| 8   | 2RB-DE-D1  | $(8.1 \pm 1.1) \times 10^{-2}$ | $< 1 \times 10^{-2}$                        | $(4.5 \pm 0.1) \times 10^3$ | $< 8 \times 10^{-2}$        | $< 5 \times 10^{-2}$           |
| 9   | 2RB-DE-D2  | $< 3 \times 10^{-1}$           | $< 1 \times 10^{-2}$                        | $(1.8 \pm 0.1) \times 10^3$ | $< 9 \times 10^{-2}$        | $< 7 \times 10^{-2}$           |
| 10  | 2RB-DE-D3  | $(5.0 \pm 0.4) \times 10^{-1}$ | $< 1 \times 10^{-2}$                        | $(2.1 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 8 \times 10^{-2}$        | $< 6 \times 10^{-2}$           |
| 11  | 2RB-DE-D4  | $(1.4 \pm 0.5) \times 10^{-1}$ | $< 9 \times 10^{-3}$                        | $(9.7 \pm 0.1) \times 10^1$ | $< 8 \times 10^{-2}$        | $< 6 \times 10^{-2}$           |
| 12  | 2RB-DE-D5  | $(7.6 \pm 0.4) \times 10^{-1}$ | $< 2 \times 10^{-2}$                        | $(1.4 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 9 \times 10^{-2}$        | $< 7 \times 10^{-2}$           |
| 13  | 3RB-AS-R1  | $(7.0 \pm 0.5) \times 10^{-1}$ | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.4 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$           |
| 14  | 3RB-AS-R2  | $(7.7 \pm 0.5) \times 10^{-1}$ | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(5.0 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$           |
| 15  | 3RB-AS-R5  | $(2.9 \pm 0.4) \times 10^{-1}$ | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.9 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$           |
| 16  | 3RB-AS-R7  | $(2.9 \pm 0.1) \times 10^0$    | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(5.7 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$           |
| 17  | 3RB-AS-R9  | $(5.8 \pm 0.4) \times 10^0$    | $< 3 \times 10^{-2}$                        | $(3.3 \pm 0.1) \times 10^5$ | $< 2 \times 10^{-1}$        | $< 7 \times 10^{-2}$           |
| 18  | 3RB-AS-R10 | $(5.4 \pm 0.5) \times 10^{-1}$ | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(3.0 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$           |
| 19  | 3RB-AS-R11 | $(2.4 \pm 0.1) \times 10^1$    | $< 3 \times 10^{-2}$                        | $(1.0 \pm 0.1) \times 10^6$ | $< 4 \times 10^{-1}$        | $(9.0 \pm 1.4) \times 10^{-1}$ |



放射能濃度は、H23.3.11に補正。

分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

# 参考 $\beta$ 核種分析結果(建屋内瓦礫)

| No. | 試料名        | 放射能濃度(Bq/g)                    |  |   |   |   |
|-----|------------|--------------------------------|--|---|---|---|
|     |            | $^3\text{H}$<br>(約12年)         | $^{14}\text{C}$<br>(約 $5.7 \times 10^3$ 年) | $^{36}\text{Cl}$<br>(約 $3.0 \times 10^5$ 年) | $^{59}\text{Ni}$<br>(約 $7.6 \times 10^4$ 年) | $^{63}\text{Ni}$<br>(約 $1.0 \times 10^2$ 年) |
| 2   | 1RB-AS-R5  | $(8.4 \pm 0.1) \times 10^1$    | $(3.8 \pm 0.5) \times 10^{-1}$             | $< 3 \times 10^{-2}$                        | $< 3 \times 10^0$                           | $< 5 \times 10^{-1}$                        |
| 3   | 1RB-AS-R7  | $(6.6 \pm 0.2) \times 10^1$    | $(6.7 \pm 0.1) \times 10^1$                | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $< 4 \times 10^0$                           | $< 7 \times 10^{-1}$                        |
| 4   | 1RB-AS-R8  | $(5.0 \pm 0.2) \times 10^1$    | $(3.2 \pm 0.1) \times 10^1$                | $< 1 \times 10^{-1}$                        | $< 3 \times 10^0$                           | $< 3 \times 10^{-1}$                        |
| 6   | 1RB-AS-R11 | $(7.9 \pm 0.2) \times 10^1$    | $(2.0 \pm 0.1) \times 10^1$                | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $< 2 \times 10^0$                           | $< 3 \times 10^{-1}$                        |
| 7   | 1RB-DE-C1  | $(1.9 \pm 0.1) \times 10^0$    | $(2.1 \pm 0.2) \times 10^{-1}$             | -   | -   | -   |
| 8   | 2RB-DE-D1  | $(9.7 \pm 0.2) \times 10^0$    | $(1.5 \pm 0.1) \times 10^{-1}$             | $< 4 \times 10^{-3}$                        | $< 6 \times 10^{-1}$                        | $< 1 \times 10^{-1}$                        |
| 9   | 2RB-DE-D2  | $(6.1 \pm 0.2) \times 10^0$    | $(3.3 \pm 1.0) \times 10^{-2}$             | $< 4 \times 10^{-3}$                        | $< 1 \times 10^0$                           | $< 1 \times 10^{-1}$                        |
| 10  | 2RB-DE-D3  | $(9.9 \pm 0.2) \times 10^0$    | $(3.9 \pm 1.0) \times 10^{-2}$             | $< 5 \times 10^{-3}$                        | $< 6 \times 10^{-1}$                        | $< 1 \times 10^{-1}$                        |
| 11  | 2RB-DE-D4  | $(1.5 \pm 0.1) \times 10^1$    | $(2.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$             | $< 4 \times 10^{-3}$                        | $< 6 \times 10^{-1}$                        | $< 1 \times 10^{-1}$                        |
| 12  | 2RB-DE-D5  | $(6.6 \pm 0.2) \times 10^0$    | $(6.4 \pm 1.1) \times 10^{-2}$             | $< 4 \times 10^{-3}$                        | $< 5 \times 10^{-1}$                        | $< 1 \times 10^{-1}$                        |
| 13  | 3RB-AS-R1  | $(5.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $(2.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$             | $< 5 \times 10^{-2}$                        | -   | -   |
| 14  | 3RB-AS-R2  | $(8.7 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $(1.5 \pm 0.2) \times 10^{-1}$             | $< 5 \times 10^{-2}$                        | -   | -   |
| 15  | 3RB-AS-R5  | $(6.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$             | $< 5 \times 10^{-2}$                        | -   | -   |
| 16  | 3RB-AS-R7  | $(5.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $(4.1 \pm 0.2) \times 10^{-1}$             | -   | -   | -   |
| 17  | 3RB-AS-R9  | $(4.5 \pm 0.1) \times 10^1$    | $(2.1 \pm 0.1) \times 10^0$                | $< 2 \times 10^{-2}$                        | $< 2 \times 10^0$                           | $< 4 \times 10^{-1}$                        |
| 18  | 3RB-AS-R10 | $(3.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $(1.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$             | $< 5 \times 10^{-2}$                        | -   | -   |
| 19  | 3RB-AS-R11 | $(2.1 \pm 0.1) \times 10^1$    | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^1$                | $< 2 \times 10^{-2}$                        | $< 2 \times 10^0$                           | $< 3 \times 10^{-1}$                        |

放射能濃度は、H23.3.11に補正。

分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

## 参考 $\beta$ 核種分析結果(建屋内瓦礫)

| No. | 試料名        | 放射能濃度(Bq/g)                                 |                                |   |   |
|-----|------------|---|--------------------------------|---|---|
|     |            | $^{79}\text{Se}$<br>(約 $6.5 \times 10^4$ 年) | $^{90}\text{Sr}$<br>(約29年)     | $^{99}\text{Tc}$<br>(約 $2.1 \times 10^5$ 年) | $^{129}\text{I}$<br>(約 $1.6 \times 10^7$ 年) |
| 1   | 1RB-AS-R2  | -   | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^3$    | -   | -   |
| 2   | 1RB-AS-R5  | $< 2 \times 10^{-1}$                        | $(2.9 \pm 0.1) \times 10^3$    | $< 6 \times 10^{-3}$                        | $(2.8 \pm 0.3) \times 10^{-1}$              |
| 3   | 1RB-AS-R7  | $< 3 \times 10^{-1}$                        | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^4$    | $(3.6 \pm 0.4) \times 10^{-2}$              | $(5.5 \pm 0.4) \times 10^{-1}$              |
| 4   | 1RB-AS-R8  | $< 2 \times 10^{-1}$                        | $(6.1 \pm 0.1) \times 10^2$    | $(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-2}$              | $(5.4 \pm 0.3) \times 10^{-1}$              |
| 5   | 1RB-AS-R9  | -   | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^3$    | -   | -   |
| 6   | 1RB-AS-R11 | $< 2 \times 10^{-1}$                        | $(1.7 \pm 0.1) \times 10^3$    | $(1.6 \pm 0.2) \times 10^{-2}$              | $(3.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$              |
| 7   | 1RB-DE-C1  | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $(7.0 \pm 0.1) \times 10^2$    | -   | -   |
| 8   | 2RB-DE-D1  | $< 6 \times 10^{-2}$                        | $(6.1 \pm 0.1) \times 10^0$    | $(1.2 \pm 0.2) \times 10^{-2}$              | $< 3 \times 10^{-2}$                        |
| 9   | 2RB-DE-D2  | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $(2.8 \pm 0.1) \times 10^0$    | $(1.5 \pm 0.2) \times 10^{-2}$              | $< 2 \times 10^{-2}$                        |
| 10  | 2RB-DE-D3  | $< 4 \times 10^{-2}$                        | $(1.4 \pm 0.1) \times 10^1$    | $(2.5 \pm 0.2) \times 10^{-2}$              | $< 3 \times 10^{-2}$                        |
| 11  | 2RB-DE-D4  | $< 6 \times 10^{-2}$                        | $(5.5 \pm 0.1) \times 10^{-1}$ | $(1.0 \pm 0.1) \times 10^{-1}$              | $< 3 \times 10^{-2}$                        |
| 12  | 2RB-DE-D5  | $< 4 \times 10^{-2}$                        | $(2.2 \pm 0.1) \times 10^1$    | $(9.9 \pm 0.3) \times 10^{-2}$              | $< 3 \times 10^{-2}$                        |
| 13  | 3RB-AS-R1  | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $(1.1 \pm 0.1) \times 10^1$    | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $< 5 \times 10^{-2}$                        |
| 14  | 3RB-AS-R2  | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $(2.5 \pm 0.1) \times 10^1$    | $(7.1 \pm 1.0) \times 10^{-2}$              | $(5.2 \pm 0.1) \times 10^{-2}$              |
| 15  | 3RB-AS-R5  | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $(1.2 \pm 0.1) \times 10^1$    | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $< 5 \times 10^{-2}$                        |
| 16  | 3RB-AS-R7  | $(7.0 \pm 1.1) \times 10^{-2}$              | $(1.2 \pm 0.1) \times 10^2$    | $(9.8 \pm 1.1) \times 10^{-2}$              | -   |
| 17  | 3RB-AS-R9  | $< 2 \times 10^{-1}$                        | $(1.0 \pm 0.1) \times 10^2$    | $(5.3 \pm 0.3) \times 10^{-2}$              | $(9.8 \pm 1.4) \times 10^{-2}$              |
| 18  | 3RB-AS-R10 | $< 5 \times 10^{-2}$                        | $(1.9 \pm 0.1) \times 10^1$    | $(5.8 \pm 1.0) \times 10^{-2}$              | $< 5 \times 10^{-2}$                        |
| 19  | 3RB-AS-R11 | $< 2 \times 10^{-1}$                        | $(3.3 \pm 0.1) \times 10^2$    | $(1.9 \pm 0.1) \times 10^{-1}$              | $(8.0 \pm 0.3) \times 10^{-1}$              |

## 参考 $\alpha$ 核種分析結果(建屋内瓦礫)

| No. | 試料名        | 放射能濃度(Bq/g)                                 |   |   |   |   |  |
|-----|------------|---|---|---|---|---|--|
|     |            | $^{233}\text{U}$<br>(約 $1.6 \times 10^5$ 年) | $^{234}\text{U}$<br>(約 $2.5 \times 10^5$ 年) | $^{235}\text{U}$<br>(約 $7.0 \times 10^8$ 年) | $^{236}\text{U}$<br>(約 $2.3 \times 10^7$ 年) | $^{238}\text{U}$<br>(約 $4.5 \times 10^9$ 年) | $^{237}\text{Np}$<br>(約 $2.1 \times 10^6$ 年) |
| 2   | 1RB-AS-R5  | $< 3 \times 10^{-2}$                        | $(2.6 \pm 0.4) \times 10^{-2}$              | $(1.2 \pm 0.1) \times 10^{-3}$              | $< 7 \times 10^{-4}$                        | $(2.4 \pm 0.1) \times 10^{-2}$              | $< 5 \times 10^{-4}$                         |
| 3   | 1RB-AS-R7  | $< 9 \times 10^{-3}$                        | $(1.2 \pm 0.3) \times 10^{-2}$              | $(8.5 \pm 0.5) \times 10^{-4}$              | $< 2 \times 10^{-3}$                        | $(9.1 \pm 0.1) \times 10^{-3}$              | $< 8 \times 10^{-4}$                         |
| 4   | 1RB-AS-R8  | $< 2 \times 10^{-2}$                        | $(2.0 \pm 0.3) \times 10^{-2}$              | $(8.9 \pm 0.2) \times 10^{-4}$              | $< 5 \times 10^{-4}$                        | $(1.4 \pm 0.1) \times 10^{-2}$              | $< 4 \times 10^{-4}$                         |
| 6   | 1RB-AS-R11 | $< 2 \times 10^{-2}$                        | $(1.3 \pm 0.2) \times 10^{-2}$              | $(5.0 \pm 0.3) \times 10^{-4}$              | $< 5 \times 10^{-4}$                        | $(7.7 \pm 0.1) \times 10^{-3}$              | $< 4 \times 10^{-4}$                         |
| 8   | 2RB-DE-D1  | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $(1.6 \pm 0.1) \times 10^{-5}$              | $< 4 \times 10^{-5}$                        | $(9.3 \pm 0.1) \times 10^{-5}$              | $< 5 \times 10^{-5}$                         |
| 9   | 2RB-DE-D2  | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $(8.4 \pm 0.2) \times 10^{-6}$              | $< 4 \times 10^{-5}$                        | $(8.1 \pm 0.1) \times 10^{-5}$              | $< 5 \times 10^{-5}$                         |
| 10  | 2RB-DE-D3  | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $(1.6 \pm 0.1) \times 10^{-5}$              | $< 4 \times 10^{-5}$                        | $(8.3 \pm 0.1) \times 10^{-5}$              | $< 5 \times 10^{-5}$                         |
| 11  | 2RB-DE-D4  | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $(2.3 \pm 0.2) \times 10^{-5}$              | $< 4 \times 10^{-5}$                        | $(4.1 \pm 0.1) \times 10^{-5}$              | $< 5 \times 10^{-5}$                         |
| 12  | 2RB-DE-D5  | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $< 4 \times 10^{-4}$                        | $(2.9 \pm 0.1) \times 10^{-5}$              | $< 4 \times 10^{-5}$                        | $(8.5 \pm 0.1) \times 10^{-5}$              | $< 5 \times 10^{-5}$                         |
| 17  | 3RB-AS-R9  | $< 3 \times 10^{-2}$                        | $(2.8 \pm 0.3) \times 10^{-2}$              | $(7.8 \pm 0.1) \times 10^{-4}$              | $< 5 \times 10^{-4}$                        | $(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-2}$              | $< 4 \times 10^{-4}$                         |
| 19  | 3RB-AS-R11 | $< 2 \times 10^{-2}$                        | $(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-2}$              | $(5.1 \pm 0.2) \times 10^{-4}$              | $< 5 \times 10^{-4}$                        | $(6.4 \pm 0.1) \times 10^{-3}$              | $< 5 \times 10^{-4}$                         |

# 参考 $\alpha$ 核種分析結果(建屋内瓦礫)

| No. | 試料名        | 放射能濃度(Bq/g)                    |   |  |  |  |                                |                                |
|-----|------------|--------------------------------|---|--|--|--|--------------------------------|--------------------------------|
|     |            | $^{238}\text{Pu}$<br>(約88年)    | $^{239+240}\text{Pu}$<br>(約 $2.4 \times 10^4$ 年<br>約 $6.6 \times 10^3$ 年) | $^{242}\text{Pu}$<br>(約 $3.7 \times 10^5$ 年) | $^{241}\text{Am}$<br>(約 $4.3 \times 10^2$ 年) | $^{243}\text{Am}$<br>(約 $7.4 \times 10^3$ 年) | $^{244}\text{Cm}$<br>(約18年)    | 全 $\alpha$                     |
| 1   | 1RB-AS-R2  | —                              | —   | —  | —  | —  | —                              | $(6.2 \pm 1.0) \times 10^{-3}$ |
| 2   | 1RB-AS-R5  | $(8.2 \pm 0.9) \times 10^{-2}$ | $< 2 \times 10^{-2}$  | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $< 3 \times 10^{-2}$                         | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $(3.5 \pm 0.6) \times 10^{-2}$ | —                              |
| 3   | 1RB-AS-R7  | $(1.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $< 3 \times 10^{-2}$  | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $< 4 \times 10^{-2}$                         | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $< 2 \times 10^{-2}$           | —                              |
| 4   | 1RB-AS-R8  | $(5.8 \pm 0.6) \times 10^{-2}$ | $< 1 \times 10^{-2}$  | $< 9 \times 10^{-3}$                         | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $< 9 \times 10^{-3}$                         | $(9.2 \pm 2.5) \times 10^{-3}$ | —                              |
| 5   | 1RB-AS-R9  | —                              | —   | —  | —  | —  | —                              | $(1.5 \pm 0.2) \times 10^{-2}$ |
| 6   | 1RB-AS-R11 | $(1.2 \pm 0.1) \times 10^{-1}$ | $(1.6 \pm 0.3) \times 10^{-2}$  | $< 9 \times 10^{-3}$                         | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $(8.7 \pm 2.4) \times 10^{-3}$ | —                              |
| 7   | 1RB-DE-C1  | —                              | —   | —  | —  | —  | —                              | $(2.5 \pm 0.3) \times 10^{-2}$ |
| 8   | 2RB-DE-D1  | $(1.6 \pm 0.4) \times 10^{-3}$ | $< 2 \times 10^{-3}$  | $< 6 \times 10^{-4}$                         | $< 3 \times 10^{-3}$                         | $< 2 \times 10^{-3}$                         | $(1.3 \pm 0.4) \times 10^{-3}$ | —                              |
| 9   | 2RB-DE-D2  | $(2.3 \pm 0.5) \times 10^{-3}$ | $< 2 \times 10^{-3}$  | $< 6 \times 10^{-4}$                         | $< 2 \times 10^{-3}$                         | $< 2 \times 10^{-3}$                         | $(1.0 \pm 0.4) \times 10^{-3}$ | —                              |
| 10  | 2RB-DE-D3  | $(1.4 \pm 0.4) \times 10^{-3}$ | $< 2 \times 10^{-3}$  | $< 6 \times 10^{-4}$                         | $< 2 \times 10^{-3}$                         | $< 2 \times 10^{-3}$                         | $(2.4 \pm 0.5) \times 10^{-3}$ | —                              |
| 11  | 2RB-DE-D4  | $< 2 \times 10^{-3}$           | $< 2 \times 10^{-3}$  | $< 6 \times 10^{-4}$                         | $< 2 \times 10^{-3}$                         | $< 9 \times 10^{-4}$                         | $(1.3 \pm 0.4) \times 10^{-3}$ | —                              |
| 12  | 2RB-DE-D5  | $(1.6 \pm 0.4) \times 10^{-3}$ | $< 2 \times 10^{-3}$  | $< 6 \times 10^{-4}$                         | $(4.6 \pm 0.8) \times 10^{-3}$               | $< 3 \times 10^{-3}$                         | $(3.5 \pm 0.6) \times 10^{-3}$ | —                              |
| 13  | 3RB-AS-R1  | —                              | —   | —  | —  | —  | —                              | $< 2 \times 10^{-3}$           |
| 14  | 3RB-AS-R2  | —                              | —   | —  | —  | —  | —                              | $(6.2 \pm 1.1) \times 10^{-3}$ |
| 15  | 3RB-AS-R5  | —                              | —   | —  | —  | —  | —                              | $(4.0 \pm 0.8) \times 10^{-3}$ |
| 16  | 3RB-AS-R7  | —                              | —   | —  | —  | —  | —                              | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^{-1}$ |
| 17  | 3RB-AS-R9  | $(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-1}$ | $(2.5 \pm 0.3) \times 10^{-2}$  | $< 9 \times 10^{-3}$                         | $< 3 \times 10^{-2}$                         | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $(1.5 \pm 0.4) \times 10^{-2}$ | —                              |
| 18  | 3RB-AS-R10 | —                              | —   | —  | —  | —  | —                              | $(1.1 \pm 0.2) \times 10^{-2}$ |
| 19  | 3RB-AS-R11 | $(1.9 \pm 0.1) \times 10^{-1}$ | $(3.1 \pm 0.3) \times 10^{-2}$  | $< 9 \times 10^{-3}$                         | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $< 2 \times 10^{-2}$                         | $(1.5 \pm 0.4) \times 10^{-2}$ | —                              |

# 参考 放射性核種分析結果(覆土瓦礫)

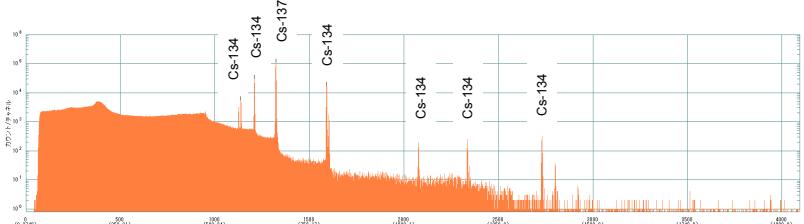
| No. | 試料名    | 放射能濃度 (Bq/g)                   |   |                             |                             |                              |                                |                      |
|-----|--------|--------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|
|     |        | $^{60}\text{Co}$<br>(約5.3年)    | $^{94}\text{Nb}$<br>(約 $2.0 \times 10^4$ 年) | $^{137}\text{Cs}$<br>(約30年) | $^{152}\text{Eu}$<br>(約14年) | $^{154}\text{Eu}$<br>(約8.6年) | $^{90}\text{Sr}$<br>(約29年)     | 全 $\alpha$           |
| 1   | 1SC-R1 | $< 2 \times 10^{-1}$           | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(3.3 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $(3.0 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $< 2 \times 10^{-3}$ |
| 2   | 1SC-R2 | $< 2 \times 10^{-1}$           | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^3$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $(6.0 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $< 2 \times 10^{-3}$ |
| 3   | 1SC-R3 | $< 2 \times 10^{-1}$           | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(7.2 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $(2.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $< 2 \times 10^{-3}$ |
| 4   | 1SC-R4 | $< 2 \times 10^{-1}$           | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(2.9 \pm 0.1) \times 10^0$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $< 6 \times 10^{-2}$           | $< 2 \times 10^{-3}$ |
| 5   | 1SC-R5 | $< 2 \times 10^{-1}$           | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $< 6 \times 10^{-2}$           | $< 2 \times 10^{-3}$ |
| 6   | 2SC-R1 | $(1.5 \pm 0.4) \times 10^{-1}$ | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(8.7 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $(5.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $< 2 \times 10^{-3}$ |
| 7   | 2SC-R2 | $< 2 \times 10^{-1}$           | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.2 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $< 6 \times 10^{-2}$           | $< 2 \times 10^{-3}$ |
| 8   | 2SC-R3 | $< 2 \times 10^{-1}$           | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.5 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $(3.0 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $< 2 \times 10^{-3}$ |
| 9   | 2SC-R4 | $< 2 \times 10^{-1}$           | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.4 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $< 6 \times 10^{-2}$           | $< 2 \times 10^{-3}$ |
| 10  | 2SC-R5 | $(2.2 \pm 0.4) \times 10^{-1}$ | $< 7 \times 10^{-2}$                        | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^3$ | $< 7 \times 10^{-1}$        | $< 3 \times 10^{-1}$         | $(4.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $< 2 \times 10^{-3}$ |

| 試料名     | 放射能濃度 [Bq/g-砂試料]            |                              |   |                                     |  |                                |                             |
|---------|-----------------------------|------------------------------|---|-------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|
|         | $^{54}\text{Mn}$<br>(約8.6年) | $^{60}\text{Co}$<br>(約312日)  | $^{94}\text{Nb}$<br>(約 $2.0 \times 10^4$ 年) | $^{125}\text{Sb}$<br>(約2.8年)        | $^{134}\text{Cs}$<br>(約2.1年)                 | $^{137}\text{Cs}$<br>(約30年)    | $^{90}\text{Sr}$<br>(約29年)  |
| 純水浸漬上澄液 | $< 6 \times 10^2$           | $< 2 \times 10^1$            | $< 1 \times 10^1$                           | $< 4 \times 10^2$                   | $(4.0 \pm 0.1) \times 10^4$                  | $(4.1 \pm 0.1) \times 10^4$    | $(6.1 \pm 0.6) \times 10^3$ |
| 硝酸溶出液   | $< 3 \times 10^4$           | $< 1 \times 10^1$            | $< 5 \times 10^2$                           | $< 8 \times 10^4$                   | $(1.2 \pm 0.1) \times 10^7$                  | $(1.2 \pm 0.1) \times 10^7$    | $(2.3 \pm 0.2) \times 10^5$ |
|         | $^{152}\text{Eu}$<br>(約14年) | $^{154}\text{Eu}$<br>(約8.6年) | $^{238}\text{Pu}$<br>(約88年)                 | $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ | $^{241}\text{Am}$<br>(約 $4.3 \times 10^2$ 年) | $^{244}\text{Cm}$<br>(約18年)    |                             |
| 純水浸漬上澄液 | $< 8 \times 10^1$           | $< 4 \times 10^1$            | $< 3 \times 10^{-2}$                        | $< 3 \times 10^{-2}$                | $< 4 \times 10^{-2}$                         | $< 3 \times 10^{-2}$           |                             |
| 硝酸溶出液   | $< 4 \times 10^3$           | $< 3 \times 10^3$            | $(4.3 \pm 0.3) \times 10^{-1}$              | $(2.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$      | $(1.1 \pm 0.2) \times 10^{-1}$               | $(2.8 \pm 0.3) \times 10^{-1}$ |                             |

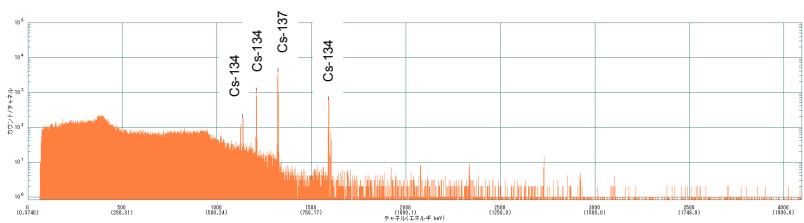
放射能濃度は、H23.3.11に補正。  
分析値の±の後の数値は、計数値誤差である。

- 純水浸漬上澄液に比べて、硝酸溶出液の方が、全ての核種について濃度が高かった。
- 水分が蒸発して、砂表面に付着する易溶性の形態よりも、沈殿あるいは鉄さび等に吸着する形態の割合が高かったと推定される。

## 参考 硝酸溶出後の砂試料の定性γ分析



処理前の試料のガンマスペクトル



処理後の試料のガンマスペクトル

- 硝酸溶出後の試料では、 $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ のスペクトルの減少が確認された。