

# 滞留水及び処理水の放射能分析

平成25年11月28日  
日本原子力研究開発機構

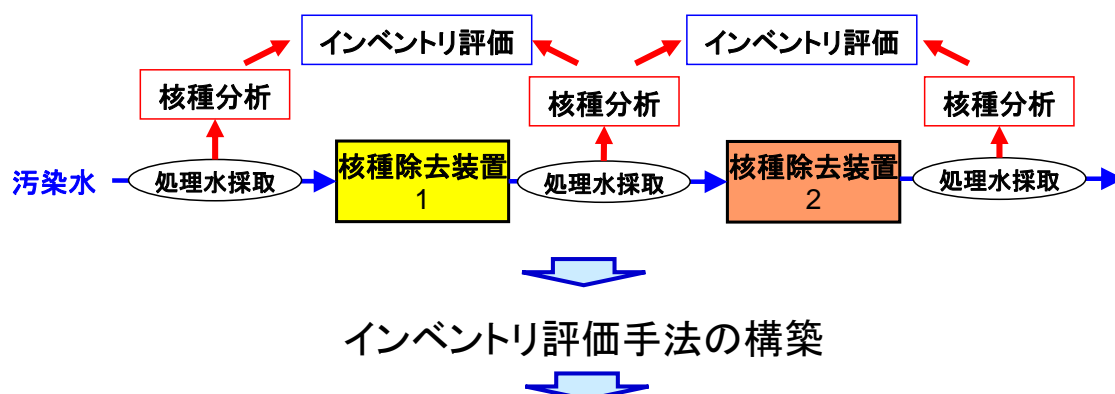
## インベントリ評価手法の構築の考え方

- 滞留水処理により発生する廃ゼオライト、スラッジ等の処理・処分方法の検討には、廃ゼオライト等の放射能濃度データが必要。しかし、廃ゼオライト等は高線量であるため、**直接、放射能分析を行うことが困難。**

⇒ 滞留水や処理水の放射能分析結果から**間接的な評価を実施中。**

⇒ **分析データの蓄積**が必要。

### ■ インベントリ評価の基本的考え方



保管容器単位のインベントリ、廃棄物毎の総インベントリ

| 原子力機構の分析  | 東京電力の分析   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 分析核種               <ul style="list-style-type: none"> <li>γ線核種: <math>^{60}\text{Co}</math>, <math>^{94}\text{Nb}</math>, <math>^{137}\text{Cs}</math>, <math>^{152,154}\text{Eu}</math></li> <li>β線核種: <math>^3\text{H}</math>, <math>^{14}\text{C}</math>, <math>^{36}\text{Cl}</math>, <math>^{41}\text{Ca}</math>, <math>^{63}\text{Ni}</math>, <math>^{79}\text{Se}</math>, <math>^{90}\text{Sr}</math>, <math>^{99}\text{Tc}</math>, <math>^{129}\text{I}</math></li> <li>α線核種: <math>^{233,234,235,236,238}\text{U}</math>, <math>^{237}\text{Np}</math>, <math>^{238, 239+240,241,242}\text{Pu}</math>, <math>^{241,242m,243}\text{Am}</math>, <math>^{244,245,246}\text{Cm}</math></li> </ul> </li> <li>● 分析サンプル数               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 集中RW地下高汚染水: 5件</li> <li>・ HTI/B 地下滞留水 : 3件</li> <li>・ 各処理装置出口水 : 1~4件</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 分析核種               <ul style="list-style-type: none"> <li>γ線核種: <math>^{54}\text{Mn}</math>, <math>^{58,60}\text{Co}</math>, <math>^{103,106}\text{Ru}</math>, <math>^{124,125}\text{Sb}</math>, <math>^{131}\text{I}</math>, <math>^{134,137}\text{Cs}</math>, <math>^{140}\text{Ba}</math>, <math>^{140}\text{La}</math></li> <li>β線核種: <math>^3\text{H}</math>, 全β</li> </ul> </li> <li>● 分析サンプル数               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 集中RW地下高汚染水: 1~2件/月</li> <li>・ HTI/B 地下滞留水 : 1~2件/月</li> <li>・ 各処理装置出口水 : 1~2件/月</li> </ul> </li> </ul> |

原子力機構: 分析核種数は多いが、分析点数は少ない  
 東京電力 : 処理・処分の検討に必要な核種は少ないが、分析点数は多い。



双方の特徴を利用し、インベントリ評価を進める。

## 背景・概要

- 前回 (H25.6.27) 報告※においては、集中RW建屋及びRO濃廃水を対象とし、試料量を増やして検出下限値を低減した結果、Pu-238、Cm-244等のα線放出核種の定量値を報告した。

※ [http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130627/130627\\_02kk.pdf](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130627/130627_02kk.pdf)

- 今回報告の放射能分析結果
  - 集中RW地下高汚染水 (滞留水)
  - 高温焼却炉建屋 (HTI) から採取した滞留水
- ※ これまで分析は未実施。SARRY出口水との比較を実施
- KURION出口水
- SARRY出口水

# 分析試料の情報

| No. | 試料名                        | 採取日        | 採取場所                  | 採取量(ml) |
|-----|----------------------------|------------|-----------------------|---------|
| 1   | H24-609<br>集中RW地下高汚染水(滞留水) | 2012.11.20 | 集中RW3階<br>サンプリングライン   | 30      |
| 2   | H24-095<br>集中RW地下高汚染水(滞留水) | 2012.5.8   | 集中RW3階<br>サンプリングライン   | 30      |
| 3   | H24-145<br>HTI/B 地下滞留水     | 2012.5.29  | HTI/B<br>1FL機器ハッチ     | 30      |
| 4   | H23-492<br>HTI/B 地下滞留水     | 2011.11.8  | HTI/B<br>1FL機器ハッチ     | 30      |
| 5   | H24-612<br>HTI/B 地下滞留水     | 2012.11.27 | HTI/B<br>1FL機器ハッチ     | 30      |
| 6   | H24-KU1<br>KURION出口水       | 2013.2.14  | KURION出口<br>サンプリングライン | 30      |
| 7   | H24-158<br>SARRY S-5B出口水   | 2012.5.31  | S-5B出口<br>サンプリングライン   | 30      |
| 8   | H24-383<br>SARRY S-5B出口水   | 2012.8.28  | S-5B出口<br>サンプリングライン   | 30      |
| 9   | H24-SA3<br>SARRY S-5B出口水   | 2012.11.27 | S-5B出口<br>サンプリングライン   | 10      |

4

# 分析結果(1/4)

## ■ γ線放出核種分析結果

| No. | 試料名                      | 放射能濃度 (2013.6.27時点) [Bq/ml]    |                                  |                                |                      |                      |
|-----|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
|     |                          | Co-60<br>(約5.3年)               | Nb-94<br>(約 $2.0 \times 10^4$ 年) | Cs-137<br>(約30年)               | Eu-152<br>(約14年)     | Eu-154<br>(約8.6年)    |
| 1   | H24-609<br>集中RW地下高汚染水    | $< 1 \times 10^{-1}$           | $< 2 \times 10^{-1}$             | $(4.3 \pm 0.1) \times 10^4$    | $< 4 \times 10^{-1}$ | $< 3 \times 10^{-1}$ |
| 2   | H24-095<br>集中RW地下高汚染水    | $< 1 \times 10^{-1}$           | $< 2 \times 10^{-1}$             | $(4.6 \pm 0.1) \times 10^4$    | $< 4 \times 10^{-1}$ | $< 3 \times 10^{-1}$ |
| 3   | H24-145<br>HTI/B 地下滞留水   | $< 1 \times 10^{-1}$           | $< 2 \times 10^{-1}$             | $(5.2 \pm 0.1) \times 10^4$    | $< 4 \times 10^{-1}$ | $< 3 \times 10^{-1}$ |
| 4   | H23-492<br>HTI/B 地下滞留水   | $< 1 \times 10^{-1}$           | $< 2 \times 10^{-1}$             | $(3.5 \pm 0.1) \times 10^5$    | $< 4 \times 10^{-1}$ | $< 3 \times 10^{-1}$ |
| 5   | H24-612<br>HTI/B 地下滞留水   | $(3.8 \pm 0.1) \times 10^0$    | $< 2 \times 10^{-1}$             | $(7.4 \pm 0.1) \times 10^4$    | $< 6 \times 10^{-1}$ | $< 4 \times 10^{-1}$ |
| 6   | H24-KU1<br>KURION出口水     | $(1.6 \pm 0.3) \times 10^{-1}$ | $< 2 \times 10^{-1}$             | $(4.2 \pm 0.1) \times 10^0$    | $< 5 \times 10^{-1}$ | $< 3 \times 10^{-1}$ |
| 7   | H24-158<br>SARRY S-5B出口水 | $(2.6 \pm 0.3) \times 10^{-1}$ | $< 2 \times 10^{-1}$             | $(1.5 \pm 0.4) \times 10^{-1}$ | $< 5 \times 10^{-1}$ | $< 3 \times 10^{-1}$ |
| 8   | H24-383<br>SARRY S-5B出口水 | $(1.8 \pm 0.1) \times 10^0$    | $< 2 \times 10^{-1}$             | $(3.1 \pm 0.1) \times 10^0$    | $< 5 \times 10^{-1}$ | $< 3 \times 10^{-1}$ |
| 9   | H24-SA3<br>SARRY S-5B出口水 | $(1.7 \pm 0.1) \times 10^0$    | $< 2 \times 10^{-1}$             | $(4.7 \pm 0.1) \times 10^1$    | $< 4 \times 10^{-1}$ | $< 3 \times 10^{-1}$ |

※分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

# 分析結果(2/4)

## ■ β・X線放出核種分析結果(1/2)

| No. | 試料名                      | 放射能濃度(2013.6.27時点) [Bq/ml]  |                                  |                                   |                                   |                                   |
|-----|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|     |                          | H-3<br>(約12年)               | C-14<br>(約5.7×10 <sup>3</sup> 年) | Cl-36<br>(約3.0×10 <sup>5</sup> 年) | Ca-41<br>(約1.0×10 <sup>5</sup> 年) | Ni-63<br>(約1.0×10 <sup>2</sup> 年) |
| 1   | H24-609<br>集中RW地下高汚染水    | $(7.1 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 5 \times 10^{-2}$             | $< 5 \times 10^{-2}$              | $< 2 \times 10^1$                 | $(3.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    |
| 2   | H24-095<br>集中RW地下高汚染水    | $(4.9 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 5 \times 10^{-2}$             | $< 5 \times 10^{-2}$              | $< 2 \times 10^1$                 | $< 5 \times 10^{-2}$              |
| 3   | H24-145<br>HTI/B 地下滞留水   | $(8.3 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 5 \times 10^{-2}$             | $< 5 \times 10^{-2}$              | $< 2 \times 10^1$                 | $(6.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    |
| 4   | H23-492<br>HTI/B 地下滞留水   | $(2.0 \pm 0.1) \times 10^3$ | $< 5 \times 10^{-2}$             | $< 5 \times 10^{-2}$              | $< 2 \times 10^1$                 | $< 5 \times 10^{-2}$              |
| 5   | H24-612<br>HTI/B 地下滞留水   | $(7.2 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 5 \times 10^{-2}$             | $< 5 \times 10^{-2}$              | $< 2 \times 10^1$                 | $(5.0 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    |
| 6   | H24-KU1<br>KURION出口水     | $(7.1 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 5 \times 10^{-2}$             | $< 5 \times 10^{-2}$              | $< 2 \times 10^1$                 | $(7.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    |
| 7   | H24-158<br>SARRY S-5B出口水 | $(9.9 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 5 \times 10^{-2}$             | $< 5 \times 10^{-2}$              | $< 2 \times 10^1$                 | $(9.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    |
| 8   | H24-383<br>SARRY S-5B出口水 | $(7.9 \pm 0.1) \times 10^2$ | $< 5 \times 10^{-2}$             | $< 5 \times 10^{-2}$              | $< 2 \times 10^1$                 | $(5.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    |
| 9   | H24-SA3<br>SARRY S-5B出口水 | —                           | —                                | —                                 | —                                 | $(1.7 \pm 0.1) \times 10^0$       |

※No.9は試料量が少いため、H-3、C-14、Cl-36及びCa-41の分析は実施せず。

# 分析結果(3/4)

## ■ β・X線放出核種分析結果(2/2)

| No. | 試料名                      | 放射能濃度(2013.6.27時点) [Bq/ml]        |                             |                                   |                                   |
|-----|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|     |                          | Se-79<br>(約6.5×10 <sup>4</sup> 年) | Sr-90<br>(約29年)             | Tc-99<br>(約2.1×10 <sup>5</sup> 年) | I-129<br>(約1.6×10 <sup>7</sup> 年) |
| 1   | H24-609<br>集中RW地下高汚染水    | $(2.7 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    | $(4.7 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 5 \times 10^{-2}$              | $(7.4 \pm 0.1) \times 10^{-2}$    |
| 2   | H24-095<br>集中RW地下高汚染水    | $(1.1 \pm 0.1) \times 10^0$       | $(3.8 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 5 \times 10^{-2}$              | $(9.0 \pm 0.2) \times 10^{-2}$    |
| 3   | H24-145<br>HTI/B 地下滞留水   | $(4.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    | $(4.9 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 5 \times 10^{-2}$              | $(8.4 \pm 0.2) \times 10^{-2}$    |
| 4   | H23-492<br>HTI/B 地下滞留水   | $(4.3 \pm 0.1) \times 10^0$       | $(1.8 \pm 0.1) \times 10^5$ | $< 5 \times 10^{-2}$              | $(1.2 \pm 0.1) \times 10^0$       |
| 5   | H24-612<br>HTI/B 地下滞留水   | $(2.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    | $(4.4 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 5 \times 10^{-2}$              | $(2.0 \pm 0.1) \times 10^{-1}$    |
| 6   | H24-KU1<br>KURION出口水     | $(8.1 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    | $(7.0 \pm 0.1) \times 10^3$ | $< 5 \times 10^{-2}$              | $(5.0 \pm 0.1) \times 10^{-2}$    |
| 7   | H24-158<br>SARRY S-5B出口水 | $(2.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    | $(5.4 \pm 0.1) \times 10^4$ | $< 5 \times 10^{-2}$              | $(7.8 \pm 0.2) \times 10^{-2}$    |
| 8   | H24-383<br>SARRY S-5B出口水 | $(1.5 \pm 0.1) \times 10^0$       | $(1.2 \pm 0.1) \times 10^5$ | $< 5 \times 10^{-2}$              | $(9.6 \pm 0.2) \times 10^{-2}$    |
| 9   | H24-SA3<br>SARRY S-5B出口水 | $(8.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$    | $(4.8 \pm 0.1) \times 10^4$ | —                                 | $(1.1 \pm 0.1) \times 10^{-1}$    |

※No.9は試料量が少いため、Tc-99の分析は実施せず。

## ■ α線放出核種分析結果

| No. | 試料名                      | 放射能濃度 (2013.6.27時点) [Bq/ml]    |  |                                   |                                |
|-----|--------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|
|     |                          | Pu-238<br>(約88年)               | Pu-239+240<br>(約 $2.4 \times 10^4$ 年<br>約 $6.6 \times 10^3$ 年) | Am-241<br>(約 $4.3 \times 10^2$ 年) | Cm-244<br>(約18年)               |
| 1   | H24-609<br>集中RW地下高汚染水    | $< 3 \times 10^{-4}$           | $< 3 \times 10^{-4}$   | $< 2 \times 10^{-4}$              | $< 2 \times 10^{-4}$           |
| 2   | H24-095<br>集中RW地下高汚染水    | $< 4 \times 10^{-4}$           | $< 3 \times 10^{-4}$   | $< 2 \times 10^{-4}$              | $< 1 \times 10^{-4}$           |
| 3   | H24-145<br>HTI/B 地下滞留水   | $(2.4 \pm 0.3) \times 10^{-3}$ | $(8.1 \pm 1.4) \times 10^{-4}$                                 | $< 1 \times 10^{-4}$              | $< 1 \times 10^{-4}$           |
| 4   | H23-492<br>HTI/B 地下滞留水   | $(1.0 \pm 0.2) \times 10^{-3}$ | $(4.6 \pm 0.8) \times 10^{-4}$                                 | $< 5 \times 10^{-4}$              | $< 4 \times 10^{-4}$           |
| 5   | H24-612<br>HTI/B 地下滞留水   | $< 3 \times 10^{-4}$           | $< 4 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-4}$              | $< 4 \times 10^{-4}$           |
| 6   | H24-KU1<br>KURION出口水     | $< 4 \times 10^{-4}$           | $< 3 \times 10^{-4}$   | $< 1 \times 10^{-4}$              | $< 1 \times 10^{-4}$           |
| 7   | H24-158<br>SARRY S-5B出口水 | $< 5 \times 10^{-4}$           | $< 4 \times 10^{-4}$   | $< 4 \times 10^{-4}$              | $< 4 \times 10^{-4}$           |
| 8   | H24-383<br>SARRY S-5B出口水 | $(2.1 \pm 0.3) \times 10^{-3}$ | $(8.3 \pm 1.8) \times 10^{-4}$                                 | $(5.6 \pm 1.3) \times 10^{-4}$    | $(6.3 \pm 1.4) \times 10^{-4}$ |
| 9   | H24-SA3<br>SARRY S-5B出口水 | $(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-3}$ | $(5.1 \pm 1.2) \times 10^{-4}$                                 | $< 5 \times 10^{-4}$              | $< 3 \times 10^{-4}$           |

## 参考(Puに関する環境放射能等との比較)

### ■ 環境中のPu放射能濃度との比較

1978～2003年(茨城県)の土壤中濃度

Pu-239+240 :  $2.3 \times 10^{-5} \sim 2.9 \times 10^{-3}$  Bq/g

(出典: サイクル機構技報 No.25, 2004.12, p45)

⇒ 今回の検出値は、**フォールアウトに起因する  
環境中のPu放射能と同程度**

### ■ 発電所敷地内土壤のPu放射能濃度との比較

事故由来の Pu-238 が、 $10^{-4}$  Bq/g オーダーで検出されている。

(出典: 東京電力プレスリリース「福島第一原子力発電所構内における 土壤中の放射性物質の核種分析の結果について」)

⇒ 今回の検出値は、**発電所敷地内の土壤と同程度**

### ■ 滞留水及び処理水のPu放射能濃度との比較

事故由来の Pu-238 が、 $10^{-4} \sim 10^{-3}$  Bq/ml で検出されている※。

⇒ 今回の検出値は、**これまでに分析した滞留水及び処理水と同程度**