

# 多核種除去設備 ホット試験の状況

平成25年10月31日

東京電力株式会社



東京電力

## C系ホット試験における除去性能評価の状況

### ■C系ホット試験における除去性能評価の状況

- 9/27よりホット試験を開始
  - これまでに $\gamma$ 核種（Cs-137、Co-60等）及びSr-89、90の測定・評価を完了。残るNi-63、Tc-99、I-129、Cd-113m、 $\alpha$ 核種（Pu-238等）については、現在、測定中。
  - 処理対象水と比較し、**主要な核種であるSr-90の放射能濃度は、1/10億 程度に低減**
  - A系、B系のホット試験において微量に検出されたCo-60、Ru-106(Rh-106)、Sb-125(Te-125m)、I-129のうち
    - ✓ Co-60、Ru-106(Rh-106)、Sb-125(Te-125m)について、告示濃度限度を下回る濃度で微量に検出
    - ✓ I-129については、現在、測定中
- 「（ ）内は放射平衡となる核種」

## C系ホット試験にて検出された核種

### ■除去性能評価結果の概要（詳細は参考1を参照）

単位：Bq/cm<sup>3</sup>

| 核種               | Cs-134                    | Cs-137                    | Co-60                                | Ru-106                               | Sb-125                               | Sr-90                     | I-129         |
|------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------|
| 処理対象水<br>放射能濃度   | ND<br>(検出限界値:<br>1.7E+01) | 検出<br>1.7E+01             | ND<br>(検出限界値:<br>1.3E+01)            | 検出<br>9.1E+01                        | 検出<br>7.4E+01                        | 検出<br>1.5E+05             | 検出<br>1.3E-01 |
| C系処理済み水<br>放射能濃度 | ND<br>(検出限界値:<br>2.6E-04) | ND<br>(検出限界値:<br>2.9E-04) | 検出<br>3.7E-04<br>(検出限界値:<br>1.2E-04) | 検出<br>3.0E-02<br>(検出限界値:<br>1.2E-03) | 検出<br>8.9E-04<br>(検出限界値:<br>4.4E-04) | ND<br>(検出限界値:<br>1.0E-04) | 測定中           |
|                  | 告示濃度限度<br>の1/100<br>程度    | 告示濃度限度<br>の1/100<br>程度    | 告示濃度限度<br>の1/1000<br>程度              | 告示濃度限度<br>の1/10<br>程度                | 告示濃度限度<br>の1/1000<br>程度              | 告示濃度限度<br>の1/100<br>程度    | -             |
| 告示濃度限度           | 6E-02                     | 9E-02                     | 2E-01                                | 1E-01                                | 8E-01                                | 3E-02                     | 9E-03         |

## C系ホット試験にて検出された核種

### ■C系ホット試験にて検出された核種（A系、B系ホット試験結果との比較）

検出されたCo-60、Ru-106、Sb-125の除去性能は、処理済み水の濃度及びDF※の比較により、A系、B系と同程度と評価。また、次亜塩素酸注入停止に伴う除去性能への有意な影響は確認されていない。

単位：Bq/cm<sup>3</sup>

| 核種                                      | Co-60                                | Ru-106                               | Sb-125                               | I-129                                | 備考              |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| 告示濃度限度                                  | 2E-01                                | 1E-01                                | 8E-01                                | 9E-03                                |                 |
| <b>C系処理済み水</b><br>(9/30～10/5)<br>放射能濃度  | 検出<br>3.7E-04<br>(検出限界値:<br>1.2E-04) | 検出<br>3.0E-02<br>(検出限界値:<br>1.2E-03) | 検出<br>8.9E-04<br>(検出限界値:<br>4.4E-04) | 測定中                                  | ・次亜塩素酸ソーダ注入【無し】 |
| DF                                      | 3.5E+04                              | 3.0E+03                              | 8.3E+04                              | -                                    |                 |
| 【参考】<br>A系処理済み水<br>(4/9～4/12)<br>放射能濃度  | 検出<br>7.0E-04<br>(検出限界値:<br>1.1E-04) | 検出<br>6.9E-03<br>(検出限界値:<br>1.2E-03) | 検出<br>9.8E-04<br>(検出限界値:<br>4.0E-04) | 検出<br>6.9E-03<br>(検出限界値:<br>9.9E-04) | ・次亜塩素酸ソーダ注入【有り】 |
| DF                                      | 9.4E+02                              | 1.7E+03                              | 2.6E+04                              | 1.3E+01                              |                 |
| 【参考】<br>B系処理済み水<br>(6/14～6/17)<br>放射能濃度 | 検出<br>1.4E-04<br>(検出限界値:<br>1.2E-04) | 検出<br>5.1E-03<br>(検出限界値:<br>1.2E-03) | ND<br>(検出限界値:<br>4.0E-04)            | 検出<br>3.3E-03<br>(検出限界値:<br>9.3E-04) | ・次亜塩素酸ソーダ注入【有り】 |
| DF                                      | 4.3E+03                              | 2.2E+03                              | ×6.8E+04                             | 2.8E+01                              |                 |

※DF：処理対象水の放射能濃度／処理済み水の放射能濃度

## 除去性能向上策の検討

- 2Fラボ試験において、活性炭吸着材を使用することによりコロイド状で存在すると想定されるCo-60、Ru-106、Sb-125、I-129の除去性能向上が確認された（廃炉対策推進会議事務局会議（第5回）においてご説明（参考2を参照））。
- 一方、H25.6に確認されたバッチ処理タンクの腐食による漏えい事象の原因調査の過程において、中性域※では活性炭がカソードとして働き腐食を促進させる可能性があることが確認された。

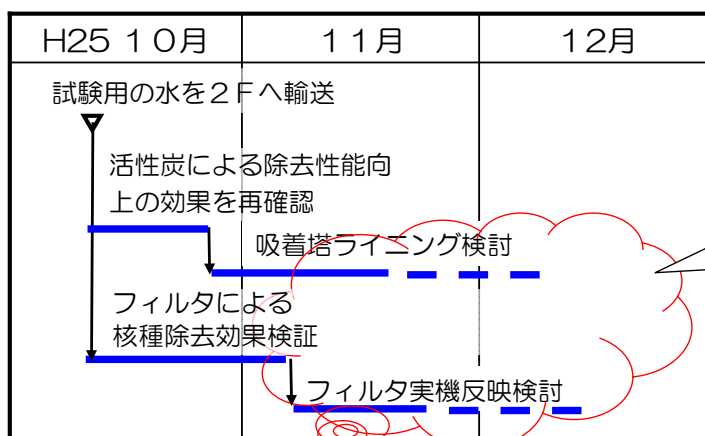
以上より、実機において活性炭による除去性能向上策を実施する場合は、腐食対策（吸着塔のライニング等）が必要

※pH調整により、吸着塔1塔目～5塔目までは、アルカリ液性、吸着塔6塔目以降は中性域に調整されている。

## 除去性能向上策に関する今後の予定

### ■ 除去性能向上策に関する今後の予定

- 活性炭系吸着材を使用する場合は、吸着塔へのライニング等の可否について検討
- C系ホット試験時に水を採取し、活性炭系以外の除去技術（フィルタによる核種除去）の効果を検証中



両者の検討結果を踏まえ、最終的な対策を決定。

## ホット試験の状況

9/27 RO濃縮水貯蔵タンクの漏えいリスクを早期に低減するため、腐食抑制対策を実施し、C系統を優先してホット試験を再開

**10/28 A系統については、同様に腐食抑制対策を実施し、処理運転を再開**

11/中旬B系統についても準備が整い次第、処理運転再開予定

■腐食抑制対策により、吸着塔構成を変更（活性炭吸着塔をバイパス）したが、既に得られている**A/B系除去性能と同等程度の性能が維持される見込み**

■腐食抑制対策の有効性確認のため、ホット試験開始後に**処理運転を中断し、対策の効果を確認**

**C系統の点検は、11/2～二週間程度**

A系統の点検は、11/下旬～

## ホット試験スケジュール

■A系統：処理運転中(10/28処理再開)

10/4に発生した「工程異常・処理停止」の対策として、制御改造を行うため**11/6**、一時的(3日間)に**処理中断**

■B系統：バッチ処理タンク補修作業中、**11/中旬処理再開**予定

■C系統：処理運転中、**11/2**腐食対策有効性確認のため**処理中断**予定  
**11/中旬処理再開**予定

|     | 10月                  |    | 11月                                   |   |   | 12月                         |   |   | 累積処理量<br>(10/30現在)   |
|-----|----------------------|----|---------------------------------------|---|---|-----------------------------|---|---|----------------------|
|     | 20                   | 27 | 3                                     | 中 | 下 | 上                           | 中 | 下 |                      |
| A系統 | 犠牲電極設置<br>↓<br>吸着材充填 |    | ↓系統水張・漏えい確認<br>↓<br>処理運転<br>△<br>処理再開 |   |   | 処理運転<br>腐食対策確認<br>△<br>処理再開 |   |   | 11,357m <sup>3</sup> |
| B系統 | バッチ処理タンク補修・犠牲電極設置    |    | ↓吸着材充填<br>↓系統水張・漏えい確認<br>↓<br>処理再開    |   |   | 処理運転<br>腐食対策確認<br>△<br>処理再開 |   |   | 10,493m <sup>3</sup> |
| C系統 | 処理運転                 |    | △<br>処理中断<br>腐食対策確認                   |   |   | 処理運転                        |   |   | 4,926m <sup>3</sup>  |

## (参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

### ■ C系ホット試験における除去性能評価 (1/5)

|    | 核種<br>(半減期)         | 炉規則告示濃度限度<br>(別表第2第六欄<br>周辺監視区域外の<br>水中の濃度限度)<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 処理対象水 (H2Cタン<br>ク内RO濃縮水)<br>の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 多核種除去設備<br>処理済水の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 備考          |
|----|---------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|
| 1  | Rb-86<br>(約19日)     | 3E-01                                                                  | ND < 1.1E+02                                                | ND < 1.4E-03                                   |             |
| 2  | Sr-89<br>(約51日)     | 3E-01                                                                  | ND < 2.8E+04                                                | ND < 6.3E-05                                   |             |
| 3  | Sr-90<br>(約29年)     | 3E-02                                                                  | 1.5E+05                                                     | ND < 1.0E-04                                   |             |
| 4  | Y-90<br>(約64時間)     | 3E-01                                                                  | 1.5E+05                                                     | ND < 1.0E-04                                   | Sr-90と放射平衡  |
| 5  | Y-91<br>(約59日)      | 3E-01                                                                  | ND < 2.7E+03                                                | ND < 4.8E-02                                   |             |
| 6  | Nb-95<br>(約35日)     | 1E+00                                                                  | ND < 1.1E+01                                                | ND < 1.4E-04                                   |             |
| 7  | Tc-99<br>(約210000年) | 1E+00                                                                  | 4.4E-02                                                     | 測定中                                            |             |
| 8  | Ru-103<br>(約40日)    | 1E+00                                                                  | ND < 1.3E+01                                                | ND < 1.4E-04                                   |             |
| 9  | Ru-106<br>(約370日)   | 1E-01                                                                  | 9.1E+01                                                     | 3.0E-02                                        |             |
| 10 | Rh-103m<br>(約56分)   | 2E+02                                                                  | ND < 1.3E+01                                                | ND < 1.4E-04                                   | Ru-103と放射平衡 |
| 11 | Rh-106<br>(約30秒)    | 3E+02                                                                  | 9.1E+01                                                     | 3.0E-02                                        | Ru-106と放射平衡 |
| 12 | Ag-110m<br>(約250日)  | 3E-01                                                                  | ND < 1.0E+01                                                | ND < 1.2E-04                                   |             |
| 13 | Cd-113m<br>(約15年)   | 4E-02                                                                  | ND < 5.3E+04                                                | 測定中                                            |             |

## (参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

### ■ C系ホット試験における除去性能評価 (2/5)

|    | 核種<br>(半減期)            | 炉規則告示濃度限度<br>(別表第2第六欄<br>周辺監視区域外の<br>水中の濃度限度)<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 処理対象水 (H2Cタン<br>ク内RO濃縮水)<br>の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 多核種除去設備<br>処理済水の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 備考               |
|----|------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|
| 14 | Cd-115m<br>(約45日)      | 3E-01                                                                  | ND < 5.2E+02                                                | ND < 8.1E-03                                   |                  |
| 15 | Sn-119m<br>(約290日)     | 2E+00                                                                  | ND < 2.1E+02                                                | ND < 2.4E-03                                   | Sn-123の放射能濃度より評価 |
| 16 | Sn-123<br>(約130日)      | 4E-01                                                                  | ND < 1.6E+03                                                | ND < 1.8E-02                                   |                  |
| 17 | Sn-126<br>(約1000000年)  | 2E-01                                                                  | ND < 8.5E+01                                                | ND < 4.1E-04                                   |                  |
| 18 | Sb-124<br>(約60日)       | 3E-01                                                                  | ND < 2.0E+01                                                | ND < 1.9E-04                                   |                  |
| 19 | Sb-125<br>(約3年)        | 8E-01                                                                  | 7.4E+01                                                     | 8.9E-04                                        |                  |
| 20 | Te-123m<br>(約120日)     | 6E-01                                                                  | ND < 1.8E+01                                                | ND < 1.5E-04                                   |                  |
| 21 | Te-125m<br>(約58日)      | 9E-01                                                                  | 7.4E+01                                                     | 8.9E-04                                        | Sb-125と放射平衡      |
| 22 | Te-127<br>(約9時間)       | 5E+00                                                                  | ND < 1.0E+07                                                | ND < 2.0E-02                                   |                  |
| 23 | Te-127m<br>(約110日)     | 3E-01                                                                  | ND < 1.0E+07                                                | ND < 2.0E-02                                   | Te-127の放射能濃度より評価 |
| 24 | Te-129<br>(約70分)       | 1E+01                                                                  | ND < 1.8E+02                                                | ND < 1.3E-02                                   |                  |
| 25 | Te-129m<br>(約34日)      | 3E-01                                                                  | ND < 3.4E+02                                                | ND < 3.7E-03                                   |                  |
| 26 | I-129<br>(約160000000年) | 9E-03                                                                  | 1.3E-01                                                     | 測定中                                            |                  |

## (参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

### ■ C系ホット試験における除去性能評価 (3/5)

|    | 核種<br>(半減期)           | 炉規則告示濃度限度<br>(別表第2第六欄<br>周辺監視区域外の<br>水中の濃度限度)<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 処理対象水 (H2Cタン<br>ク内RO濃縮水)<br>の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 多核種除去設備<br>処理済水の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 備考               |
|----|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|
| 27 | Cs-134<br>(約2年)       | 6E-02                                                                  | ND < 1.7E+01                                                | ND < 2.6E-04                                   |                  |
| 28 | Cs-135<br>(約3000000年) | 6E-01                                                                  | 1.0E-04                                                     | ND < 1.7E-09                                   | Cs-137の放射能濃度より評価 |
| 29 | Cs-136<br>(約13日)      | 3E-01                                                                  | ND < 1.1E+01                                                | ND < 1.2E-04                                   |                  |
| 30 | Cs-137<br>(約30年)      | 9E-02                                                                  | 1.7E+01                                                     | ND < 2.9E-04                                   |                  |
| 31 | Ba-137m<br>(約3分)      | 8E+02                                                                  | 1.7E+01                                                     | ND < 2.9E-04                                   | Cs-137と放射平衡      |
| 32 | Ba-140<br>(約13日)      | 3E-01                                                                  | ND < 5.8E+01                                                | ND < 5.5E-04                                   |                  |
| 33 | Ce-141<br>(約32日)      | 1E+00                                                                  | ND < 3.4E+01                                                | ND < 3.5E-04                                   |                  |
| 34 | Ce-144<br>(約280日)     | 2E-01                                                                  | ND < 1.4E+02                                                | ND < 1.1E-03                                   |                  |
| 35 | Pr-144<br>(約17分)      | 2E+01                                                                  | ND < 1.4E+02                                                | ND < 1.1E-03                                   | Ce-144と放射平衡      |
| 36 | Pr-144m<br>(約7分)      | 4E+01                                                                  | ND < 1.4E+02                                                | ND < 1.1E-03                                   | Ce-144と放射平衡      |
| 37 | Pm-146<br>(約6年)       | 9E-01                                                                  | ND < 1.8E+01                                                | ND < 2.0E-04                                   |                  |
| 38 | Pm-147<br>(約3年)       | 3E+00                                                                  | ND < 2.8E+02                                                | ND < 4.6E-03                                   | Eu-154の放射能濃度より評価 |
| 39 | Pm-148<br>(約5日)       | 3E-01                                                                  | ND < 8.4E+01                                                | ND < 4.7E-04                                   |                  |

## (参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

### ■ C系ホット試験における除去性能評価 (4/5)

|    | 核種<br>(半減期)         | 炉規則告示濃度限度<br>(別表第2第六欄<br>周辺監視区域外の<br>水中の濃度限度)<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 処理対象水 (H2Cタン<br>ク内RO濃縮水)<br>の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 多核種除去設備<br>処理済水の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 備考                        |
|----|---------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|
| 40 | Pm-148m<br>(約41日)   | 5E-01                                                                  | ND < 1.2E+01                                                | ND < 1.3E-04                                   |                           |
| 41 | Sm-151<br>(約87年)    | 8E+00                                                                  | ND < 1.3E+00                                                | ND < 2.2E-05                                   | Eu-154の放射能濃度より評価          |
| 42 | Eu-152<br>(約13年)    | 6E-01                                                                  | ND < 5.0E+01                                                | ND < 5.5E-04                                   |                           |
| 43 | Eu-154<br>(約9年)     | 4E-01                                                                  | ND < 1.8E+01                                                | ND < 3.0E-04                                   |                           |
| 44 | Eu-155<br>(約5年)     | 3E+00                                                                  | ND < 2.1E+02                                                | ND < 4.8E-04                                   |                           |
| 45 | Gd-153<br>(約240日)   | 3E+00                                                                  | ND < 7.5E+01                                                | ND < 4.0E-04                                   |                           |
| 46 | Tb-160<br>(約72日)    | 5E-01                                                                  | ND < 3.1E+01                                                | ND < 3.6E-04                                   |                           |
| 47 | Pu-238<br>(約88年)    | 4E-03                                                                  | ND < 3.0E-03                                                | 評価中                                            | 全α放射能の測定値に<br>包絡されるものとし評価 |
| 48 | Pu-239<br>(約24000年) | 4E-03                                                                  | ND < 3.0E-03                                                | 評価中                                            | 全α放射能の測定値に<br>包絡されるものとし評価 |
| 49 | Pu-240<br>(約6600年)  | 4E-03                                                                  | ND < 3.0E-03                                                | 評価中                                            | 全α放射能の測定値に<br>包絡されるものとし評価 |
| 50 | Pu-241<br>(約14年)    | 2E-01                                                                  | ND < 1.3E-01                                                | 評価中                                            | Pu-238の放射能濃度から評価          |
| 51 | Am-241<br>(約430年)   | 5E-03                                                                  | ND < 3.0E-03                                                | 評価中                                            | 全α放射能の測定値に<br>包絡されるものとし評価 |
| 52 | Am-242m<br>(約150年)  | 5E-03                                                                  | ND < 1.8E-04                                                | 評価中                                            | Am-241の放射能濃度より評価          |

## (参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

### ■ C系ホット試験における除去性能評価 (5/5)

|    | 核種<br>(半減期)        | 炉規則告示濃度限度<br>(別表第2第六欄<br>周辺監視区域外の<br>水中の濃度限度)<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 処理対象水 (H2Cタン<br>ク内RO濃縮水)<br>の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 多核種除去設備<br>処理済水の放射能濃度<br>[Bq/cm <sup>3</sup> ] | 備考                        |
|----|--------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|
| 53 | Am-243<br>(約7400年) | 5E-03                                                                  | ND < 3.0E-03                                                | 評価中                                            | 全α放射能の測定値に<br>包絡されるものとし評価 |
| 54 | Cm-242<br>(約160日)  | 6E-02                                                                  | ND < 3.0E-03                                                | 評価中                                            | 全α放射能の測定値に<br>包絡されるものとし評価 |
| 55 | Cm-243<br>(約29年)   | 6E-03                                                                  | ND < 3.0E-03                                                | 評価中                                            | 全α放射能の測定値に<br>包絡されるものとし評価 |
| 56 | Cm-244<br>(約18年)   | 7E-03                                                                  | ND < 3.0E-03                                                | 評価中                                            | 全α放射能の測定値に<br>包絡されるものとし評価 |
| 57 | Mn-54<br>(約310日)   | 1E+00                                                                  | ND < 8.5E+00                                                | ND < 1.2E-04                                   |                           |
| 58 | Fe-59<br>(約45日)    | 4E-01                                                                  | ND < 1.5E+01                                                | ND < 2.3E-04                                   |                           |
| 59 | Co-58<br>(約71日)    | 1E+00                                                                  | ND < 9.9E+00                                                | ND < 1.1E-04                                   |                           |
| 60 | Co-60<br>(約5年)     | 2E-01                                                                  | ND < 1.3E+01                                                | 3.7E-04                                        |                           |
| 61 | Ni-63<br>(約100年)   | 6E+00                                                                  | 2.7E+00                                                     | 測定中                                            |                           |
| 62 | Zn-65<br>(約240日)   | 2E-01                                                                  | ND < 1.3E+01                                                | ND < 2.7E-04                                   |                           |
| 全α |                    |                                                                        | ND < 3.0E-03                                                | 測定中                                            |                           |

## (参考2) 除去性能向上の検討状況

廃炉対策推進会議事務局会議  
(第5回) 資料より抜粋

### ■ 除去性能向上の検討状況

多核種除去設備のA系ホット試験処理済み水において検出された、Co-60、Ru-106、Sb-125、I-129について、福島第二原子力発電所のホットラボにて実機を模擬した試験装置を用いて除去性能向上のための試験（ラボ試験）を実施。

- 多核種除去設備の処理済み水で検出された、Co-60、Ru-106、Sb-125、I-129については、当初イオンの状態で存在すると想定されていたが、**コロイド状の形態でも存在すると想定**。
- 以上を踏まえ、コロイド状の核種を吸着する活性炭系吸着材に着目しカラム試験を実施。（ラボ試験の概要については、次頁参照）
- 最終段の吸着材を活性炭系の吸着材に変更することによりCo-60、Ru-106、Sb-125、I-129**除去性能向上の見込みが得られた**。

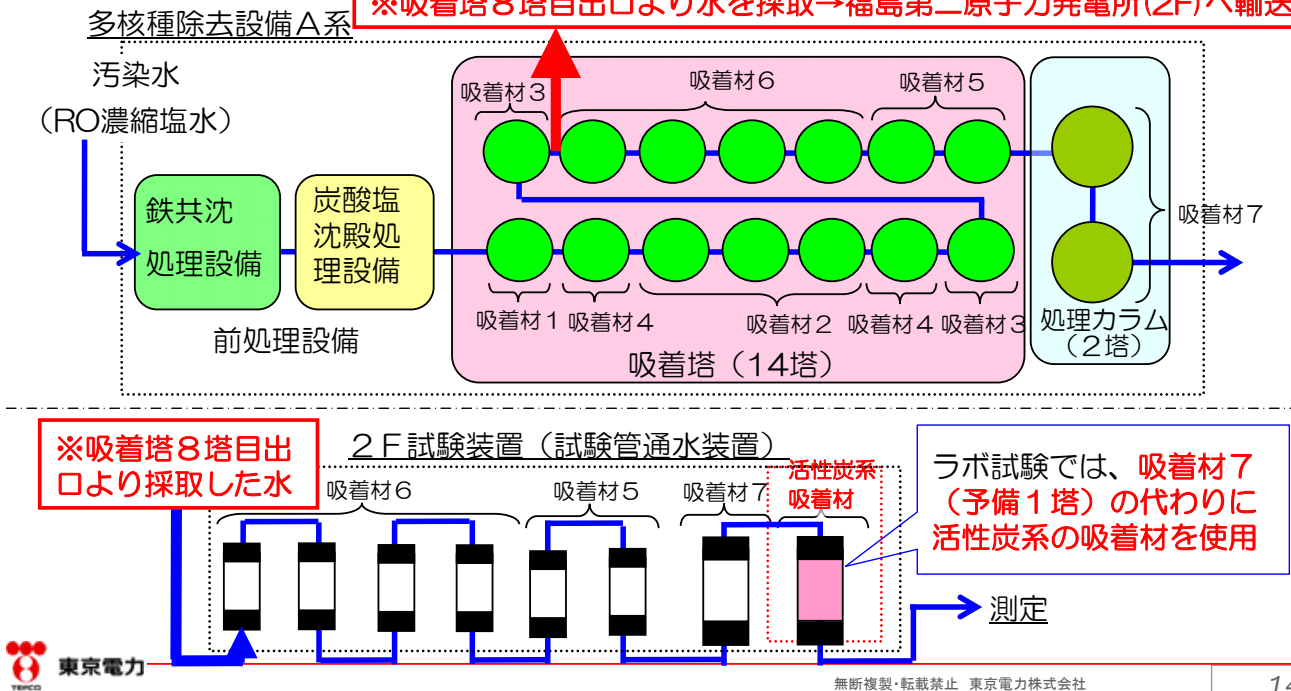
## (参考2) ラボ試験概要

廃炉対策推進会議事務局会議  
(第5回) 資料より抜粋

### ■ ラボ試験概要

多核種除去設備A系の吸着塔8塔目出口より採取した水を試験装置（実機と塔構成を変更）に通水。通水後の水の放射能濃度を測定し、除去性能を確認。

※吸着塔8塔目出口より水を採取→福島第二原子力発電所(2F)へ輸送



14

## (参考2) ラボ試験の状況

廃炉対策推進会議事務局会議  
(第5回) 資料より抜粋

### ■ ラボ試験の状況

最終段を活性炭系吸着材に変更したラボ試験において、これまでに以下を確認。

- 試験装置処理済み水のCo-60、Ru-106、Sb-125、I-129の濃度は、**検出限界値未満 (ND) となった**

単位: Bq/cm<sup>3</sup>

| 核種                  | Co-60                     | Ru-106                    | Sb-125                    | I-129                   |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| A系吸着塔8塔目出口水         | 検出<br>3.0E-03             | 検出<br>1.0E+00             | 検出<br>5.9E+00             | 検出<br>4.5E-02           |
| ①試験装置処理済み水<br>放射能濃度 | ND<br>(検出限界値:<br>1.1E-04) | ND<br>(検出限界値:<br>1.2E-03) | ND<br>(検出限界値:<br>3.8E-04) | ND<br>(検出限界値:<br>7E-04) |
| ②告示濃度限度             | 2E-01                     | 1E-01                     | 8E-01                     | 9E-03                   |
| 告示濃度限度比 (①/②)       | 0.00053                   | 0.012                     | 0.00047                   | 0.077                   |

測定条件(Co,Ru,Sb): Ge半導体検出器、2L、40,000秒測定