

島根 1, 2号炉低圧タービンのクリアランス認可申請書基本ロジックについて

【エビデンス】

1. 放射化汚染を無視できる根拠

- 対象物の低圧タービンは、タービン建物で使用していたことから、放射化汚染は、原子炉からの直接線やストリーミング線の影響はなく、主蒸気中に含まれる N-17 からの中性子線により生じる。1, 2号炉の第 7 段低圧ダイヤフラム噴口部（主蒸気中の中性子源 N-17 の放射能濃度が最も高い主蒸気入口付近にあり、主蒸気に直接さらされる噴口部の二次的な汚染を除去したもの）を代表サンプルとした事前調査（対象物の核種分析結果）の結果、放射性物質が検出されなかったため、放射化汚染は無視できると判断し、評価対象核種の選択対象とする必要はないと判断した。

下線部のエビデンスを以下に示す。

- 1, 2号炉の第 7 段低圧ダイヤフラム噴口部（主蒸気中の中性子源 N-17 の放射能濃度が最も高い主蒸気入口付近にあり、主蒸気に直接さらされる噴口部の二次的な汚染を除去したもの）を代表サンプルとして、放射化汚染の核種分析を行った。核種分析の結果、Co-60 他全て検出限界値未満であり、放射化汚染は確認されなかった。Co-60 の検出限界値においても、基準値の 1/33 を下回っていることを確認した。

【1号炉】

(単位:Bq/g)

| 核種   | Mn-54 | Co-60     | Cs-137 |
|------|-------|-----------|--------|
| 測定結果 |       |           |        |
| 基準値  | 0.1   | 0.1       | 0.1    |
| D/C  |       | 今後分析し確認する |        |

【2号炉】

(単位:Bq/g)

| 核種   | Mn-54 | Co-60     | Cs-137 |
|------|-------|-----------|--------|
| 測定結果 |       |           |        |
| 基準値  | 0.1   | 0.1       | 0.1    |
| D/C  |       | 今後分析し確認する |        |

- 「<」は検出限界値未満を示す。
- 低圧タービンは、1号炉はA系、B系があり、2号炉はA系、B系、C系があるが、高圧タービンを出た主蒸気は、各低圧タービンに並列に流れることから、汚染の程度は各系統で差がないため、A系のサンプルで確認した。
- 二次的な汚染を除去したサンプルを酸に溶解し、Ge 半導体検出器により分析した。

2. 二次的な汚染の主要核種が Co-60 である根拠

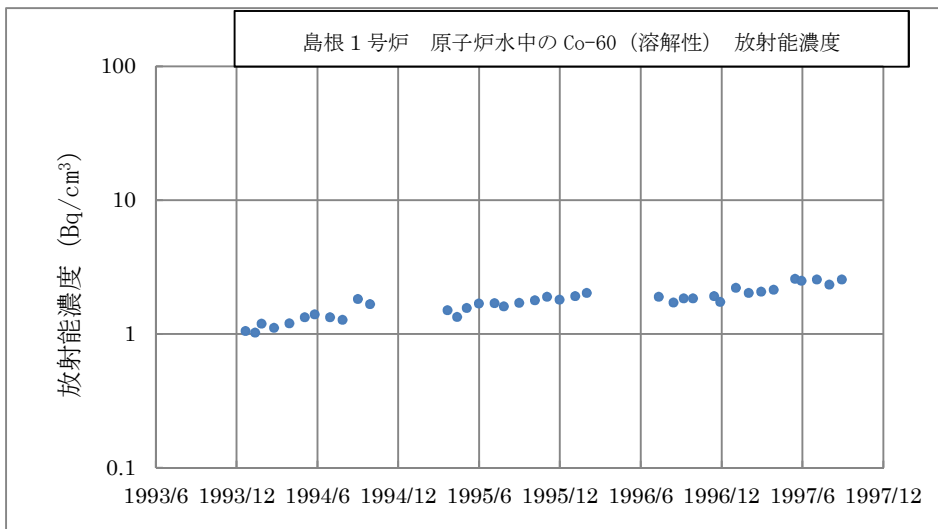
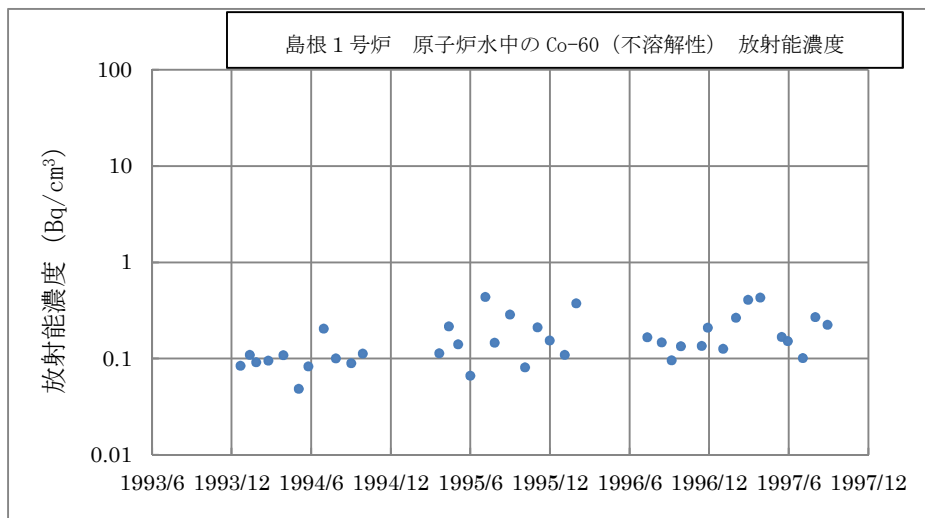
- CP 核種は、事前調査（対象物の核種分析結果）の結果から、Co-60 が主要な核種であった。これは、材料組成から明らかであり、運転中の原子炉水中の炉水放射能濃度の核種分析結果とも整合する。

下線部のエビデンスを以下に示す。

(1) 島根 1, 2 号炉の運転中の炉水放射能濃度

① Co-60 放射能濃度

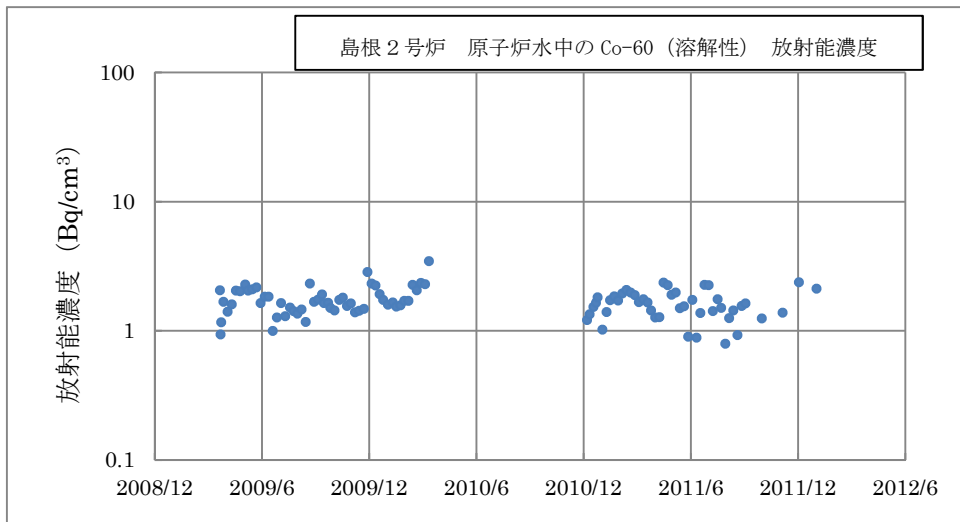
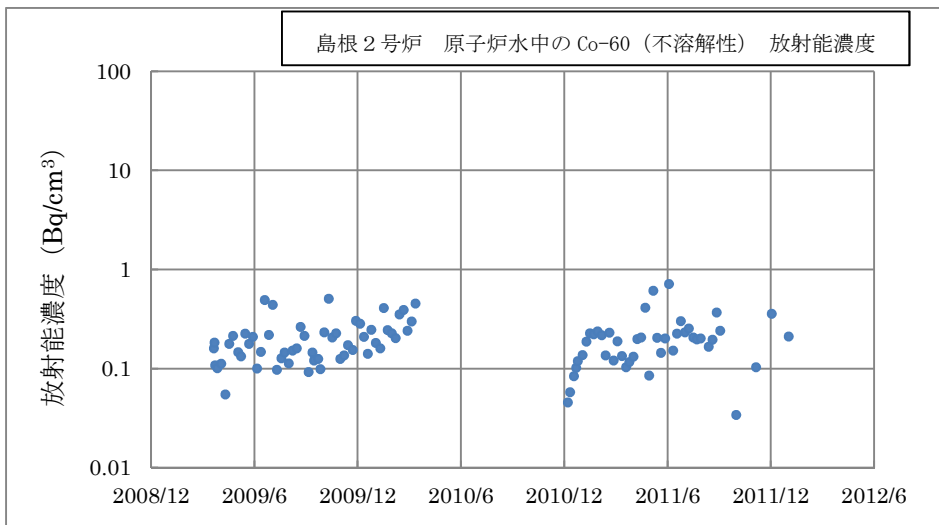
- 対象物が使用されていた原子炉運転中における、原子炉水中の Co-60 放射能濃度の推移を以下に示す。



第 18 サイクル開始  
(1993 年 12 月 21 日)  
第 18 サイクル終了  
(1994 年 10 月 8 日)

第 19 サイクル開始  
(1995 年 3 月 22 日)  
第 19 サイクル終了  
(1996 年 2 月 8 日)

第 20 サイクル開始  
(1996 年 7 月 9 日)  
第 20 サイクル終了  
(1997 年 9 月 6 日)



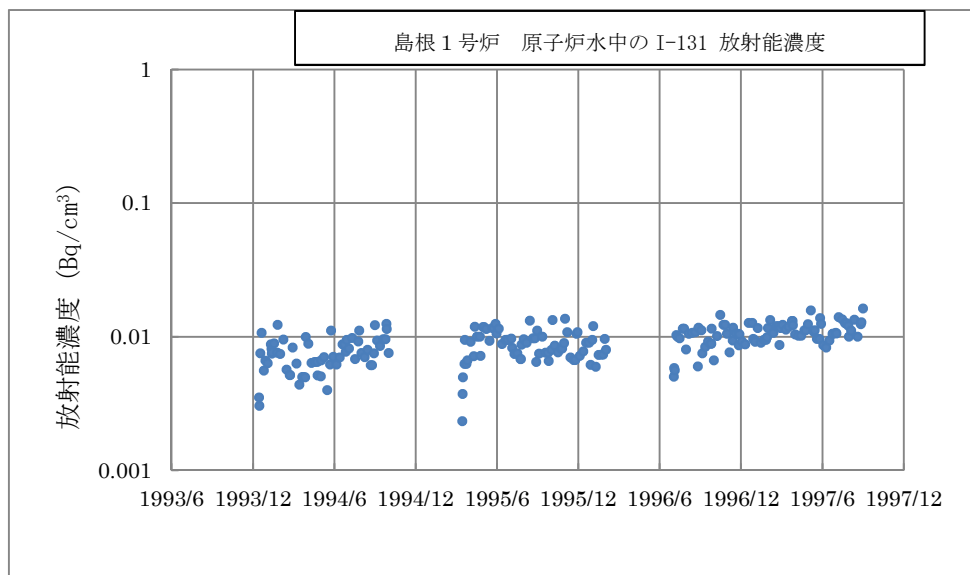
第 16 サイクル開始  
(2009 年 3 月 24 日)  
第 16 サイクル終了  
(2010 年 3 月 18 日)

第 17 サイクル開始  
(2010 年 12 月 6 日)  
第 17 サイクル終了  
(2012 年 1 月 27 日)

②I-131 放射能濃度

・対象物が使用されていた原子炉運転中における、原子炉水中の I-131 放射能濃度の推移を以下に示す。

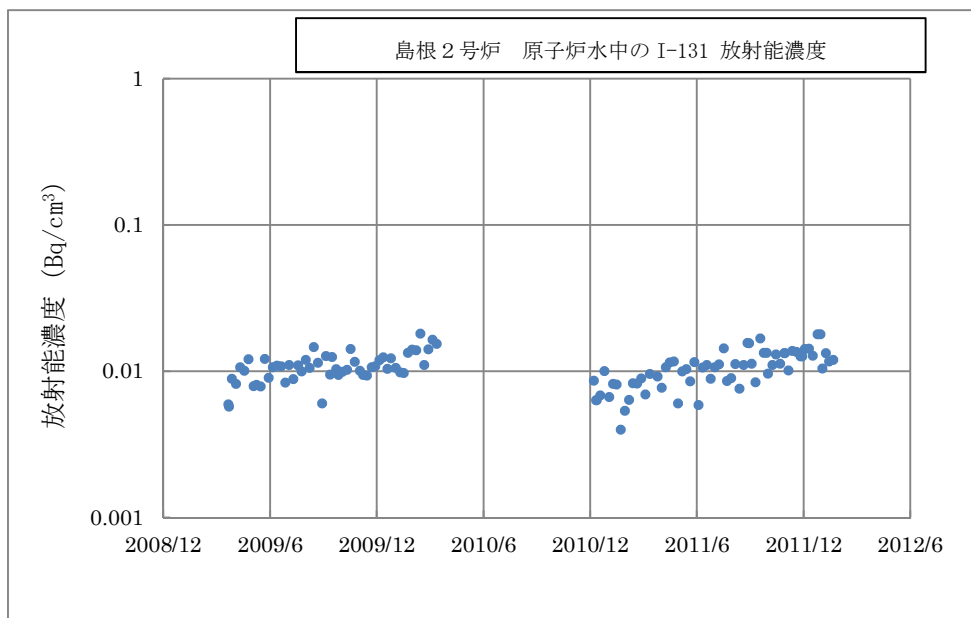
・原子炉水中の Co-60 (CP 核種) に対する I-131 (FP 核種) の比は 1/100 程度である。



第 18 サイクル開始  
(1993 年 12 月 21 日)  
第 18 サイクル終了  
(1994 年 10 月 8 日)

第 19 サイクル開始  
(1995 年 3 月 22 日)  
第 19 サイクル終了  
(1996 年 2 月 8 日)

第 20 サイクル開始  
(1996 年 7 月 9 日)  
第 20 サイクル終了  
(1997 年 9 月 6 日)



第 16 サイクル開始  
(2009 年 3 月 24 日)  
第 16 サイクル終了  
(2010 年 3 月 18 日)

第 17 サイクル開始  
(2010 年 12 月 6 日)  
第 17 サイクル終了  
(2012 年 1 月 27 日)

③原子炉水の核種分析結果

- ・原子炉水の核種の分析結果を、分析値①と基準値②の比で見ると、島根1，2号炉の運転中に原子炉水中で顕著に検出される核種はCo-60である。

<島根1号炉>

(第20サイクル原子炉運転時：1997年9月3日時点)

| 核種     | 分析値①<br>(Bq/g)       | 基準値②<br>(Bq/g) | ①/②<br>(-)        | ①/②のCo-60<br>に対する比   |
|--------|----------------------|----------------|-------------------|----------------------|
| H-3    | $2.6 \times 10^2$    | 100            | $2.6 \times 10^0$ | $9.3 \times 10^{-2}$ |
| Mn-54  | $3.1 \times 10^{-1}$ | 0.1            | $3.1 \times 10^0$ | $1.1 \times 10^{-1}$ |
| Fe-59  | ND                   | 1              | -                 | -                    |
| Co-58  | $6.3 \times 10^0$    | 1              | $6.3 \times 10^0$ | $2.3 \times 10^{-1}$ |
| Co-60  | $2.8 \times 10^0$    | 0.1            | $2.8 \times 10^1$ | 1                    |
| I-131  | $1.3 \times 10^{-2}$ | -              | -                 | -                    |
| Cs-137 | ND                   | 0.1            | -                 | -                    |

<島根2号炉>

(第17サイクル原子炉運転時：2011年11月7日時点)

| 核種     | 分析値①<br>(Bq/g)        | 基準値②<br>(Bq/g) | ①/②<br>(-)            | ①/②のCo-60<br>に対する比    |
|--------|-----------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| H-3    | $1.4 \times 10^2$     | 100            | $1.4 \times 10^0$     | $9.3 \times 10^{-2}$  |
| Mn-54  | $4.7 \times 10^{-1}$  | 0.1            | $4.7 \times 10^0$     | $3.1 \times 10^{-1}$  |
| Fe-59  | $<1.3 \times 10^{-1}$ | 1              | $<1.3 \times 10^{-1}$ | $<8.7 \times 10^{-3}$ |
| Co-58  | $3.9 \times 10^0$     | 1              | $3.9 \times 10^0$     | $2.6 \times 10^{-1}$  |
| Co-60  | $1.5 \times 10^0$     | 0.1            | $1.5 \times 10^1$     | 1                     |
| I-131  | $<1.0 \times 10^{-2}$ | -              | -                     | -                     |
| Cs-137 | $<1.4 \times 10^{-1}$ | 0.1            | $<1.4 \times 10^0$    | $<9.3 \times 10^{-2}$ |

(2) 島根 1, 2 号炉の放射能濃度確認対象物の事前調査 (対象物の核種の測定結果)

- 放射能濃度確認対象物から採取したサンプルの核種の測定結果を下表に示す。1 号炉は、既に除染済みであり、汚染が検出されなかったため、同じ主蒸気にさらされている上流側の高圧タービンについても分析を行った。分析の結果、放射能濃度確認対象物の汚染は Co-60 が主要であることを確認した。

【1 号炉第 13 段低压ダイヤフラム (A 系)】 (単位 : Bq/g)

| 核種   | Mn-54               | Co-60 | Cs-137 |
|------|---------------------|-------|--------|
| 測定結果 | ND                  | ND    | ND     |
| 基準値  | 0.1                 | 0.1   | 0.1    |
| D/C  | 今後データ (検出限界値) を確認する |       |        |

【1 号炉低压内部車室 (A 系)】 (単位 : Bq/g)

| 核種   | Mn-54               | Co-60 | Cs-137 |
|------|---------------------|-------|--------|
| 測定結果 | ND                  | ND    | ND     |
| 基準値  | 0.1                 | 0.1   | 0.1    |
| D/C  | 今後データ (検出限界値) を確認する |       |        |

【1 号炉高圧ダイヤフラム】 (単位 : Bq/g)

| 核種   | Mn-54               | Co-60                   | Cs-137 |
|------|---------------------|-------------------------|--------|
| 測定結果 | ND                  | $2.19 \times 10^{-3}$   | ND     |
| 基準値  | 0.1                 | 0.1                     | 0.1    |
| D/C  | 今後データ (検出限界値) を確認する |                         |        |
|      |                     | $< 2.19 \times 10^{-2}$ |        |

【2 号炉 13 段低压ダイヤフラム (A 系)】 (単位 : Bq/g)

| 核種   | Mn-54               | Co-60                 | Cs-137 |
|------|---------------------|-----------------------|--------|
| 測定結果 | ND                  | $1.03 \times 10^{-2}$ | ND     |
| 基準値  | 0.1                 | 0.1                   | 0.1    |
| D/C  | 今後データ (検出限界値) を確認する |                       |        |
|      |                     | $1.03 \times 10^{-1}$ |        |

【2 号炉低压内部車室 (A 系)】 (単位 : Bq/g)

| 核種   | Mn-54               | Co-60                 | Cs-137 |
|------|---------------------|-----------------------|--------|
| 測定結果 | ND                  | $1.14 \times 10^{-2}$ | ND     |
| 基準値  | 0.1                 | 0.1                   | 0.1    |
| D/C  | 今後データ (検出限界値) を確認する |                       |        |
|      |                     | $1.14 \times 10^{-1}$ |        |



3. D/C の 1/33 の評価について

- 対象物の Co-60 の放射能濃度は、1, 2号炉の第7段低圧ダイヤフラム噴口部先端（主蒸気入口付近にあり、二次的な汚染による表面汚染密度が高く、比表面積が大きい  
ため放射能濃度が最も高い噴口部先端）の事前調査（対象物の核種分析結果）の結果、D/C (<sup>60</sup>Co) で 1/33 以下であった。

下線部のエビデンスを以下に示す。

- 1, 2号炉の第7段低圧ダイヤフラム噴口部先端（主蒸気入口付近にあり、二次的な汚染による表面汚染密度が高く、比表面積が大きい  
ため放射能濃度が最も高い噴口部先端）を代表サンプルとして、核種分析を行った結果、Co-60 の放射能濃度は、基準値の 1/33 以下であることを確認した。

【第7段低圧ダイヤフラム Co-60 分析結果】

(単位:Bq/g)

| 号炉   | 1   | 2 |
|------|-----|---|
| 測定結果 |     |   |
| 基準値  | 0.1 |   |
| D/C  |     |   |

- 「<」は検出限界値未満を示す。
- 低圧タービンは、1号炉はA系、B系があり、2号炉はA系、B系、C系があるが、高圧タービンを出た主蒸気は、各低圧タービンに並列に流れることから、汚染の程度は各系統で差がないため、A系のサンプルで確認した。
- 採取したサンプルの二次的な汚染を酸に溶解し、Ge 半導体検出器により分析した。

今後分析し確認する。

なお2号については、除染が未実施であるため、以下のいずれかの方針で対応する予定である。

- 1号と同様な除染を実施するため、1号のデータで説明する。
- 一部除染を実施し、そのサンプルのデータで説明する。
- 全体に除染を実施した後に、サンプル分析を実施し説明する。

以上