



美浜発電所 1 号炉及び 2 号炉  
第 2 段階以降の  
平常時における周辺公衆の受ける実効線量及び  
放射線業務従事者の実効線量評価について

2022年1月27日

関西電力株式会社



- 本資料では、第2段階以降の線量評価について、次の内容を説明する。
  - ・ 平常時における周辺公衆の線量評価 ⇒ [3]～[4]
  - ・ 放出管理目標値 ⇒ [5]
  - ・ 直接線及びスカイシャイン線量の評価 ⇒ [6]
  - ・ 放射線業務従事者の線量評価 ⇒ [6]
- 平常時における周辺公衆の受ける線量については、残存放射能調査結果を踏まえて、解体対象施設の推定放射能から、解体時の放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の放出量を求め、求めた放出量によって周辺公衆の受ける線量を評価する。評価に当たっては、「発電用原子炉廃止措置工事環境影響評価技術調査－環境影響評価パラメータ調査研究－（平成18年度経済産業省原子力安全・保安院 放射性廃棄物規制課委託調査、財団法人電力中央研究所）の添付 廃止措置工事環境影響評価ハンドブック（第3次版）」（以下「電中研ハンドブック」という。）を参考に実施する。
- 直接線及びスカイシャイン線の線量については、管理区域内に設置する「保管エリア」に保管される「解体保管物」に起因する直接線及びスカイシャイン線による周辺公衆の線量を評価する。
- 放射線業務従事者の被ばく線量については、廃止措置工事（原子炉周辺設備及び原子炉領域の解体撤去工事並びに核燃料物質の搬出工事）において想定される放射線業務従事者の総被ばく線量について算定する。

＜放射性気体廃棄物＞

- 第2段階及び第3段階における管理区域内設備の解体撤去に伴い発生する粒子状物質※1を対象とする。
- 減衰は各段階の開始時までを考慮する。
- 解体対象施設の推定放射能に、解体撤去に伴う放射性物質の気中移行割合を乗じ、建屋排気フィルタによる除去等※2を考慮して求める。

＜放射性液体廃棄物＞

- 第2段階及び第3段階における管理区域内設備の水中解体に伴い発生する放射性液体廃棄物及び原子炉運転中に発生し、施設内に残存するトリチウムを対象とする。
- 減衰は各段階の開始時までを考慮する。
- 解体対象施設の推定放射能に、解体撤去に伴う放射性物質の水中浮遊物発生割合を乗じ、放射性液体廃棄物処理による除去※3を考慮して求める。

※1：放射性希ガスは既に大気中に放出されているおり、また、半減期の短い放射性よう素は十分に減衰していることから、それぞれ無視する。

※2：原子炉容器及び支持構造物の解体撤去時においては、汚染拡大防止囲いからの漏えい率及び局所フィルタの捕集効率についても考慮する。

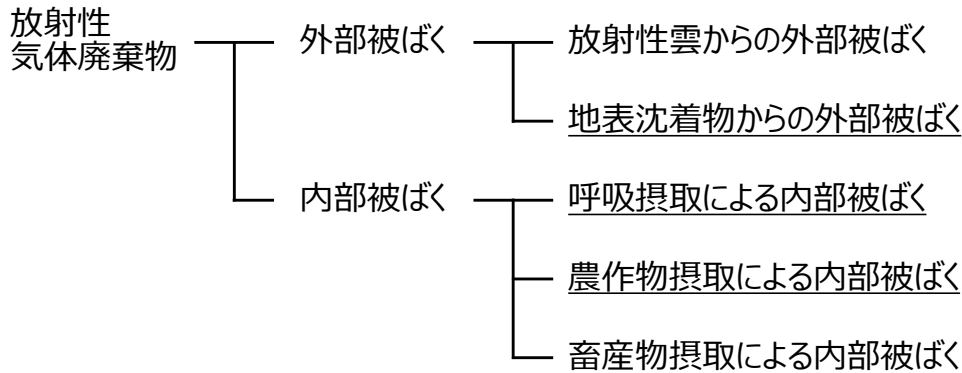
※3：トリチウムは、除去できないものとする。

放出量評価上の解体撤去対象設備と解体撤去時期との関係

| 放出量評価上の解体撤去対象設備  | 解体撤去時期 |      | 備考 |
|--|--------|------|----|
|  | 第2段階   | 第3段階 |    |
| ● 運転中廃棄物   | ○      | ○    | 重複 |
| ● 原子炉周辺設備（以下を除く。）  | ○      | ○    | 重複 |
| 原子炉周辺設備（キャビティ壁等の原子炉格納容器内のコンクリート並びに原子炉補助建屋及び原子炉格納容器内の埋設ドレン配管） | —      | ○    | —  |
| ● 原子炉領域  | —      | ○    | —  |

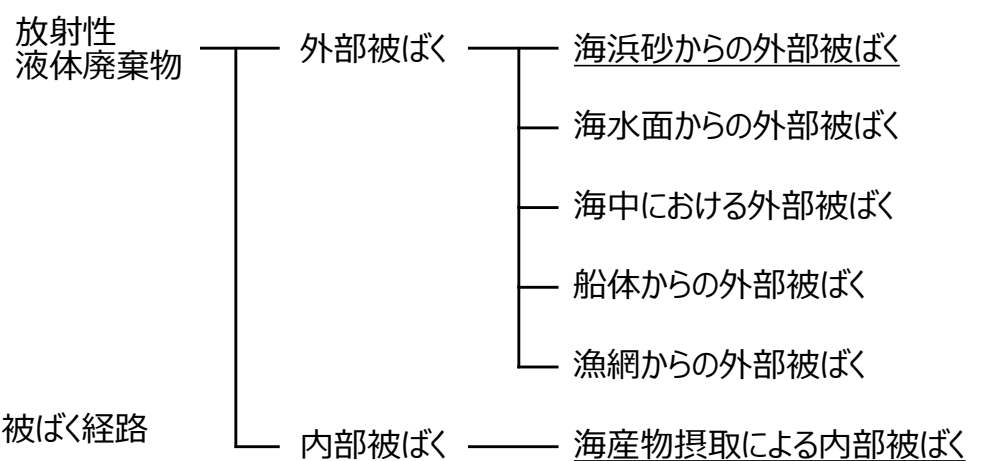
- 実効線量の評価は電中研ハンドブックを参考に実施する。
- 実効線量は、第2段階及び第3段階における解体撤去をそれぞれ1年間で行い、放射性気体（液体）廃棄物が年間を通じて連続的に放出されるものとして評価する。
- 実効線量の計算は、各段階における全被ばく経路の実効線量を評価し、実効線量の寄与が気体廃棄物、液体廃棄物それぞれの70%以上を占める被ばく経路について選定する。
- 実効線量の評価に用いる核種は、各段階における選定した被ばく経路ごとに線量寄与の割合の合計が90%以上となる核種を選定する。
- 気象条件は、2011年4月から2012年3月までの観測値を用いる。（最近10年間の気象条件を代表していることを確認）

<放射性気体廃棄物>



下線は、実効線量の寄与が70%以上を占める被ばく経路（評価の対象経路）

<放射性液体廃棄物>



- 第2段階以降における1号炉及び2号炉の放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物による実効線量並びに3号炉「原子炉設置許可申請書 添付書類九」における放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物による実効線量を合算したものを下表に示す。
- 1号炉、2号炉及び3号炉から放出される放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物による実効線量の合計が最大となるのは、第3段階の年間約5.4 $\mu$ Svとなり、線量評価指針に示される線量目標値年間50 $\mu$ Svを十分下回る。

平常時における放出放射性物質に起因する周辺公衆の受ける線量評価結果

(単位： $\mu$ Sv/y)

| 項目                             | 実効線量                   |                        |      |                        |                        |                        |                        |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                                | 1号炉及び2号炉合算             |                        |      | 3号炉                    | 1号炉、2号炉及び3号炉合算         |                        |                        |
|                                | 第2段階                   | 第3段階                   | 第4段階 |                        | 第2段階                   | 第3段階                   | 第4段階                   |
| 放射性気体廃棄物中の希ガスによる実効線量           | －                      | －                      | －    | 約1.3                   | 約1.3                   | 約1.3                   | 約1.3                   |
| 放射性気体廃棄物中の放射性粒子状物質による実効線量      | 約 $8.1 \times 10^{-1}$ | 約 $5.0 \times 10^{-1}$ | －    | －                      | 約 $8.1 \times 10^{-1}$ | 約 $5.0 \times 10^{-1}$ | －                      |
| 放射性液体廃棄物中の放射性物質（よう素除く）による実効線量  | 約2.4                   | 約3.2                   | －    | 約2.1                   | 約2.4                   | 約3.2                   | 約2.1                   |
| 放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物中のよう素による実効線量 | －                      | －                      | －    | 約 $4.5 \times 10^{-1}$ | 約 $4.5 \times 10^{-1}$ | 約 $4.5 \times 10^{-1}$ | 約 $4.5 \times 10^{-1}$ |
| 合計                             | 約3.2                   | 約3.7                   | －    | 約3.8                   | 約4.9                   | 約5.4                   | 約3.8                   |
| 線量目標値                          | －                      |                        |      | －                      | 50                     |                        |                        |

- 平常時における周辺公衆の線量評価に用いる核種の年間放出量から、第2段階及び第3段階の放出管理目標値（1号炉及び2号炉合算）を設定し、これを超えないように努める。（保安規定に定めて管理）
- 放射性気体廃棄物、放射性液体廃棄物共に、放出管理目標値を「1号炉及び2号炉」と「3号炉」とでそれぞれ別に設定する。
- 1号炉及び2号炉の放出管理目標値の対象核種はCo-60とする。
- 放射性液体廃棄物のトリチウム（H-3）については、従来どおり、放出管理の基準値として保安規定に定める。

1号炉及び2号炉の放出管理目標値  
(単位：Bq/y)

| 項目                       | 第2段階              | 第3段階              |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| 放射性気体廃棄物<br>(粒子状物質Co-60) | $2.6 \times 10^8$ | $8.9 \times 10^7$ |
| 放射性液体廃棄物<br>(Co-60)      | $2.1 \times 10^7$ | $9.3 \times 10^7$ |

1号炉及び2号炉の放出管理の基準値  
(単位：Bq/y)

| 項目                | 第2段階                 | 第3段階                 |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| 放射性液体廃棄物<br>(H-3) | $1.7 \times 10^{13}$ | $8.1 \times 10^{12}$ |



## ● 直接線及びスカイライン線量

- ・「保管エリア」に保管される「解体保管物」に起因する直接線及びスカイライン線について、直接線はQADコードを、スカイライン線はSCATTERINGコードを用いて評価
- ・保管エリアからの直接線及びスカイライン線の合計で年間約0.86μGyであり、既設の原子炉施設からの影響を考慮しても合計で年間約36μGyであり、年間50μGyを下回っていることを確認

直接線及びスカイラインの線量評価結果 (単位: μGy/年)

|              | 1号炉                  | 2号炉                  | 既設  | 合計  |
|--------------|----------------------|----------------------|-----|-----|
| 直接線及びスカイライン線 | $5.5 \times 10^{-2}$ | $8.0 \times 10^{-1}$ | 約35 | 約36 |

## ● 放射線業務従事者の線量

- ・原子炉周辺設備の解体撤去工事及び核燃料物質の搬出工事について、過去の工事実績から算定
- ・原子炉領域の解体撤去工事について、報告書※から設備重量比により算定

※実用発電用原子炉廃炉設備確証試験廃止措置技術調査に関する調査報告書 (平成10年度) 財団法人 原子力発電技術機構

- ・第2段階以降の廃止措置工事における放射線業務従事者の被ばく線量は、1号炉及び2号炉の合計で15.9人・Svと推定

第2段階以降の廃止措置工事の被ばく線量の算定について (人・Sv)

| 作業           | 1号炉   | 2号炉   |
|--------------|-------|-------|
| 原子炉周辺設備の解体撤去 | 約3.41 | 約2.96 |
| 原子炉領域の解体撤去   | 約4.55 | 約4.91 |
| 核燃料物質の搬出     | 約0.01 | 約0.01 |
| 合計 (20年間)    | 約7.97 | 約7.88 |
|              | 約15.9 |       |

# 参考



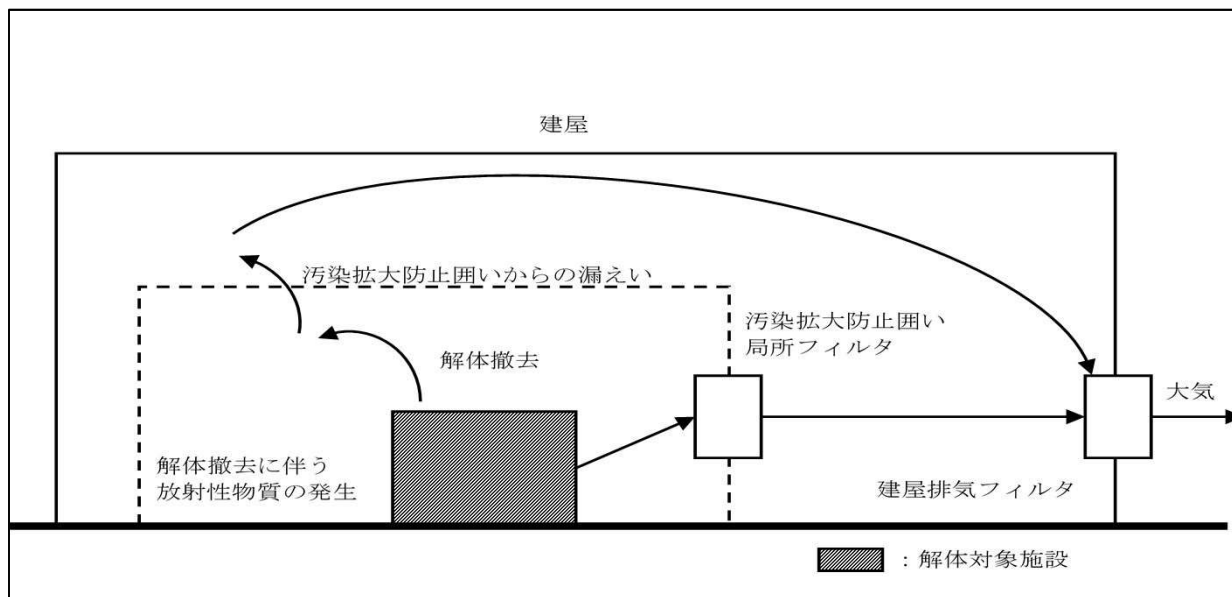
解体撤去物の解体時に発生する放射性気体廃棄物の放出量の計算においては、解体工法によって変わる飛散率や欠損割合等を考慮している。

本資料では、評価している全ての解体工法について、代表的な機器を例として放出量計算の過程を示す。

<気体廃棄物の放出量計算過程の概要>

- 解体対象物の残存放射能調査で評価したインベントリに、各解体工法によって設定した飛散率、欠損割合を乗じる。
- 汚染拡大防止囲いを設置する解体撤去物（原子炉容器及び支持構造物）については、汚染拡大防止囲いからの漏えい率及び汚染拡大防止囲い局所フィルタの捕集効率を更に乗じる。
- これらに建屋排気フィルタの捕集効率を乗じ、放出量を評価する。

解体撤去に伴い発生する放射性気体廃棄物の大気への移行フロー



# 放射性気体廃棄物の放出量の計算過程（その1）

| 1号炉                  |           |       |        |                      |        |   |                    |                    |                     |                        |                            |                      |                     |                     |                      |
|----------------------|-----------|-------|--------|----------------------|--------|---|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 主な設備                 | 放射能レベル別区分 | 汚染の種類 | 核種の例※1 | 放射能濃度 (Bq/t)         | 重量 (t) | インベントリ (Bq)<br>[A]  | 解体工法               | 飛散率 (%)<br>[B]     | 欠損割合 (%)<br>[C]     | 汚染拡大防止囲いからの漏えい率<br>[D] | 汚染拡大防止囲い局所フィルタの捕集効率<br>[E] | 建屋排気フィルタの捕集効率<br>[F] | 放出量 (Bq)            |                     |                      |
| -                    | -         | -     | -      | -                    | -      | A × B/100 × C/100 × { D + (1 - D) × (1 - E) } × (1 - F) = 放出量 |                    |                    |                     |                        |                            |                      |                     |                     |                      |
| 支持構造物<br>(原子炉領域)     | L1~L3     | 二次的   | Co-60  | 1.1×10 <sup>8</sup>  | 102.5  | 1.2×10 <sup>10</sup>  | 水中機械的切断            | 30                 | 15                  | 5×10 <sup>-3</sup>     | 0.99                       | 0.99                 | 7.8×10 <sup>4</sup> |                     |                      |
|                      |           | 放射化   | Co-60  | 2.6×10 <sup>14</sup> |        | 2.7×10 <sup>16</sup>  |                    | 2×10 <sup>-5</sup> |                     |                        |                            |                      | 1.2×10 <sup>5</sup> |                     |                      |
| 充てんポンプ<br>(原子炉周辺設備)  | L3        | 二次的   | Co-60  | 1.2×10 <sup>7</sup>  | 11.1   | 1.3×10 <sup>8</sup>   | 気中機械的切断            | 30                 | 7.5                 | 1                      | -※2                        | 0.99                 | 3.0×10 <sup>4</sup> |                     |                      |
| 一次冷却材配管<br>(原子炉周辺設備) | L2        | 二次的   | Co-60  | 2.4×10 <sup>8</sup>  | 61.0   | 1.4×10 <sup>10</sup>  |                    | 気中機械的切断            | 30                  | 7.5                    | 1                          | -※2                  | 0.99                | 3.2×10 <sup>6</sup> |                      |
|                      |           | 放射化   | Co-60  | 3.6×10 <sup>9</sup>  |        | 2.2×10 <sup>11</sup>  | 2×10 <sup>-2</sup> |                    | 3.3×10 <sup>4</sup> |                        |                            |                      |                     |                     |                      |
| 原子炉容器<br>(原子炉領域)     | L2~L3     | 二次的   | H-3    | 3.7×10 <sup>4</sup>  | 242.0  | 8.8×10 <sup>6</sup>   | 気中熱的切断             | 70 (ガス状)           | 7.5                 | 5×10 <sup>-3</sup>     | 0.99                       | 0.99                 | 4.6×10 <sup>5</sup> |                     |                      |
|                      |           |       | C-14   | 5.1×10 <sup>5</sup>  |        | 1.2×10 <sup>8</sup>   |                    |                    |                     |                        |                            |                      | 6.5×10 <sup>6</sup> |                     |                      |
|                      |           |       | Co-60  | 1.6×10 <sup>7</sup>  |        | 3.8×10 <sup>9</sup>   |                    | 70                 |                     |                        |                            |                      | 3.0×10 <sup>4</sup> |                     |                      |
|                      |           | 放射化   | H-3    | 3.3×10 <sup>10</sup> |        | 7.9×10 <sup>12</sup>  |                    | 11 (ガス状)           |                     |                        |                            |                      | 0                   | 0                   | 6.5×10 <sup>10</sup> |
|                      |           |       | C-14   | 6.6×10 <sup>8</sup>  |        | 1.6×10 <sup>11</sup>  |                    |                    |                     |                        |                            |                      |                     |                     | 1.3×10 <sup>9</sup>  |
|                      |           |       | Co-60  | 3.6×10 <sup>11</sup> |        | 8.7×10 <sup>13</sup>  |                    | 11                 |                     |                        |                            |                      | 0.99                | 0.99                | 1.1×10 <sup>8</sup>  |
| 体積制御タンク<br>(原子炉周辺設備) | L2        | 二次的   | H-3    | 4.0×10 <sup>7</sup>  | 1.4    | 5.7×10 <sup>7</sup>   | 気中熱的切断             | 70 (ガス状)           | 7.5                 | 1                      | -※2                        | 0                    | 3.0×10 <sup>6</sup> |                     |                      |
|                      |           |       | C-14   | 1.4×10 <sup>8</sup>  |        | 2.1×10 <sup>8</sup>   |                    |                    |                     |                        |                            |                      | 1.1×10 <sup>7</sup> |                     |                      |
|                      |           |       | Co-60  | 1.5×10 <sup>8</sup>  |        | 2.1×10 <sup>8</sup>   |                    | 70                 |                     |                        |                            |                      | 0.99                | 1.1×10 <sup>5</sup> |                      |

※1：全55核種について計算しているが、代表核種について記載

※2：汚染拡大防止囲いの設置を考慮していないため、漏えい率は「1」とし、局所フィルタの捕集効率を「-」としている。

| 1号炉                       |           |       |        |                      |        |   |         |                    |              |                     |                         |                   |                      |
|---------------------------|-----------|-------|--------|----------------------|--------|---|---------|--------------------|--------------|---------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| 主な設備                      | 放射能レベル別区分 | 汚染の種類 | 核種の例※1 | 放射能濃度 (Bq/t)         | 重量 (t) | インベントリ (Bq) [A]   | 解体工法    | 飛散率 (%) [B]        | 欠損割合 (%) [C] | 汚染拡大防止囲いからの漏えい率 [D] | 汚染拡大防止囲い局所フィルタの捕集効率 [E] | 建屋排気フィルタの捕集効率 [F] | 放出量 (Bq)             |
| -                         | -         | -     | -      | -                    | -      | $A \times B/100 \times C/100 \times \{ D + (1 - D) \times (1 - E) \} \times (1 - F) = \text{放出量}$ |         |                    |              |                     |                         |                   |                      |
| 使用済制御棒<br>(原子炉周辺設備)       | L1        | 放射化   | Co-60  | $5.3 \times 10^{13}$ | 3.1    | $1.6 \times 10^{14}$  | 水中機械的切断 | $2 \times 10^{-5}$ | 7.5          | 1                   | -※2                     | 0.99              | $2.4 \times 10^4$    |
| 一次遮蔽壁<br>(原子炉領域及び原子炉周辺設備) | L2~L3     | 放射化   | H-3    | $1.8 \times 10^{10}$ | 1,144  | $2.0 \times 10^{13}$  | 気中機械的切断 | 6.8 (ガス状)          | 15           | 1                   | -※2                     | 0                 | $2.1 \times 10^{11}$ |
|                           |           |       | Co-60  | $3.5 \times 10^8$    |        | $4.0 \times 10^{11}$  |         | 0.07               |              |                     |                         | 0.99              | $2.1 \times 10^7$    |
| キャビティ壁<br>(原子炉周辺設備)       | L3~CL     | 放射化   | Co-60  | $2.5 \times 10^4$    | 1,006  | $2.5 \times 10^7$   | 機械的はつり  | 20                 | 100          | 1                   | -※2                     | 0.99              | $5.1 \times 10^4$    |

※1：全55核種について計算しているが、代表核種について記載

※2：汚染拡大防止囲いの設置を考慮していないため、漏えい率は「1」とし、局所フィルタの捕集効率を「-」としている。

放射性液体廃棄物の放出量の計算においても、放射性気体廃棄物と同様に評価している全ての解体工法について、代表的な機器を例として放出量計算の過程を示す。

＜液体廃棄物の放出量計算過程の概要＞

- ・解体対象物のインベントリに、各解体工法によって設定した液中移行率、欠損割合を乗じる。
- ・トリチウム以外の核種については、液体廃棄物処理設備による除去を見込んだ除去係数を乗じて放出量を評価する。

| 1号炉                 |           |       |        |                      |        |   |                 |               |              |                      |                      |
|---------------------|-----------|-------|--------|----------------------|--------|---|-----------------|---------------|--------------|----------------------|----------------------|
| 主な設備                | 放射能レベル別区分 | 汚染の種類 | 核種の例※1 | 放射能濃度 (Bq/t)         | 重量 (t) | インベントリ (Bq) [A]                                       | 解体工法            | 液中移行率 (%) [G] | 欠損割合 (%) [H] | 放射性液体廃棄物処理時の除染係数 [I] | 放出量 (Bq)             |
| —                   | —         | —     | —      | —                    | —      | $A \times G/100 \times H/100 \times 1/I = \text{放出量}$ |                 |               |              |                      |                      |
| 支持構造物<br>(原子炉領域)    | L1~L3     | 二次的   | H-3    | $2.6 \times 10^5$    | 102.5  | $2.7 \times 10^7$                                     | 水中<br>機械的<br>切断 | 100<br>(水)    | 15           | 1                    | $4.1 \times 10^6$    |
|                     |           |       | Co-60  | $1.1 \times 10^8$    |        | $1.2 \times 10^{10}$                                  |                 | 100           |              | $1.0 \times 10^5$    | $1.7 \times 10^4$    |
|                     |           | 放射化   | H-3    | $2.0 \times 10^{12}$ |        | $2.1 \times 10^{14}$                                  |                 | 0.5<br>(水)    |              | 1                    | $1.5 \times 10^{11}$ |
|                     |           |       | Co-60  | $2.6 \times 10^{14}$ |        | $2.7 \times 10^{16}$                                  |                 | 0.5           |              | $1.0 \times 10^5$    | $2.0 \times 10^8$    |
| 使用済制御棒<br>(原子炉周辺設備) | L1        | 放射化   | H-3    | $1.4 \times 10^{12}$ | 3.1    | $4.4 \times 10^{12}$                                  | 水中<br>機械的<br>切断 | 0.5<br>(水)    | 7.5          | 1                    | $1.6 \times 10^9$    |
|                     |           |       | Co-60  | $5.3 \times 10^{13}$ |        | $1.6 \times 10^{14}$                                  |                 | 0.5           |              | $1.0 \times 10^5$    | $6.1 \times 10^5$    |