

2023年6月5日
日本原燃株式会社
埋設事業部

廃棄物埋設施設 1号埋設設備 6群放射エネルギー管理の見直しに係る
保安規定変更認可申請の考え方について

1. はじめに

廃棄物埋設施設 1号埋設設備 6群放射エネルギー管理の見直しを予定しており、以下のとおり保安規定変更認可申請とすることが妥当と考えているが、その是非について確認をさせていただきたい。

2. 変更理由

現在 1号埋設設備は 1群～6群の廃棄物埋設を行う廃棄体(均質・均一固化体)の数量 30,720m³(200L ドラム缶 153,600 本相当)に対し、30,013m³(200L ドラム缶 150,067 本(約 98%/2023年4月末現在))の埋設を完了しているが、埋設した放射エネルギーは許可を受けた区画別放射エネルギー(1群から6群の合計放射エネルギー)に対して十分下回っている。

一方で、6群に埋設した C-14 の放射エネルギーは、6群に埋設可能な放射エネルギー(区画別放射エネルギーの 1/6)の約 90%に達している(2023年4月末現在)。

そのため、保安規定第 19 条に規定している 1号埋設設備の群ごとの埋設放射エネルギー管理を見直し、区画別放射エネルギーの範囲内で埋設区画の残っている 6群への割り当てを設定する。

3. 保安規定変更認可申請の考え方

埋設施設の区画別放射エネルギーは、事業変更許可申請書の本文に記載しており、添付書類六の線量評価の前提となっている。また、線量評価の結果算出された公衆の受ける線量が第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下、「許可基準規則」という。)の解釈に定められた基準線量を超えないことをもって、当該施設が許可基準を満足すると判断されている。

この度の保安規定変更内容は、区画別放射エネルギーの範囲内で群ごとの割り当てを変更するものであり、申請書本文に影響を与えるものではない。また、6群へ埋設する放射エネルギーの管理値は、添付書類六に記載している線量評価結果に影響が生じない範囲で設定する(別紙参照)ことから、許可基準規則適合性の判断にも逸脱しない。

以上のことから、今回予定している変更については、運用に関わるものであり、保安規定の変更認可申請とすることが妥当であると考えている。

なお、事業変更許可申請書の添付書類の変更は、今後の事業変更許可申請の際に実施する。

以上

1号廃棄物埋設施設の群および埋設設備ごとの 放射エネルギー管理の変更について

2023年6月5日



日本原燃株式会社

背景



- 1号廃棄物埋設施設の1群から6群の区画別放射エネルギー(1群から6群の合計放射エネルギー)は、事業変更許可申請書の本文に記載し、許可を得ている。
- この区画別放射エネルギーを超えないよう、保安規定において群ごとの放射エネルギーおよび埋設設備ごとの放射エネルギーに上限値を定めて、廃棄体を定置している。
- 1群から6群に埋設した廃棄体(150,067本)および受入れ済みの廃棄体(200本)のC-14の放射エネルギーは、1群から6群の区画別放射エネルギーの約70%である(2023年4月末)。
- 一方、6群に埋設した廃棄体(22,067本)及び受入れ済みの廃棄体(200本)のC-14の放射エネルギーは、6群に埋設可能な放射エネルギー(区画別放射エネルギーの1/6)の約90%に達しており、今後埋設予定の廃棄体のC-14の放射エネルギーが大きい傾向にあることを踏まえると、適切な放射エネルギー管理に変更する必要がある(2023年4月末)。
- 今後1号6群に埋設する廃棄体について、許可を受けた1群から6群の区画別放射エネルギーを超えないことを満足し、安全審査での線量評価結果に影響を及ぼさないよう、群単位の放射エネルギー管理に係る運用を変更し、比較的放射エネルギーが大きい廃棄体も埋設可能とし、埋設設備の有効活用を図る。

埋設放射エネルギーの状況



| 埋設設備群 | 埋設本数 [本] | 放射エネルギー[Bq] | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | H-3 | C-14 | Cl-36 | Co-60 | Ni-59 | Ni-63 | Sr-90 | Nb-94 | Tc-99 | I-129 | Cs-137 | 全α |
| 1群 | 25,600 | 4.32E+11 | 2.38E+11 | 2.44E+08 | 1.67E+12 | 7.46E+09 | 8.65E+11 | 9.57E+10 | 2.49E+08 | 1.86E+08 | 1.47E+06 | 2.31E+12 | 1.36E+10 |
| | | 2.9% | 58.0% | 5.3% | 1.3% | 1.7% | 1.6% | 11.5% | 6.1% | 20.0% | 11.3% | 45.3% | 48.0% |
| 2群 | 25,600 | 4.44E+11 | 2.72E+11 | 1.76E+08 | 1.14E+12 | 9.42E+09 | 1.09E+12 | 9.14E+10 | 3.26E+08 | 1.96E+08 | 1.22E+06 | 1.85E+12 | 1.45E+10 |
| | | 3.0% | 66.3% | 3.8% | 0.9% | 2.2% | 2.0% | 11.0% | 8.0% | 21.1% | 9.4% | 36.3% | 51.2% |
| 3群 | 25,600 | 2.85E+11 | 2.19E+11 | 1.58E+08 | 8.11E+11 | 7.11E+09 | 8.18E+11 | 5.11E+10 | 2.50E+08 | 1.97E+08 | 9.03E+05 | 1.19E+12 | 8.50E+09 |
| | | 1.9% | 53.4% | 3.4% | 0.6% | 1.7% | 1.5% | 6.2% | 6.1% | 21.2% | 6.9% | 23.3% | 30.0% |
| 4群 | 25,600 | 1.92E+11 | 2.59E+11 | 1.75E+08 | 9.61E+11 | 9.44E+09 | 1.07E+12 | 7.79E+10 | 3.29E+08 | 1.98E+08 | 1.18E+06 | 1.52E+12 | 1.30E+10 |
| | | 1.3% | 63.2% | 3.8% | 0.7% | 2.2% | 1.9% | 9.4% | 8.0% | 21.3% | 9.1% | 29.8% | 45.9% |
| 5群 | 25,600 | 1.88E+11 | 3.48E+11 | 3.26E+08 | 2.54E+12 | 2.21E+10 | 2.42E+12 | 8.39E+10 | 7.04E+08 | 1.67E+08 | 1.28E+06 | 1.64E+12 | 1.62E+10 |
| | | 1.3% | 84.9% | 7.1% | 2.0% | 5.1% | 4.4% | 10.1% | 17.2% | 18.0% | 9.8% | 32.2% | 57.2% |
| 6群 | 22,067 | 2.07E+11 | 3.67E+11 | 4.60E+08 | 6.08E+11 | 1.01E+10 | 1.15E+12 | 8.99E+10 | 3.62E+08 | 1.59E+08 | 1.05E+06 | 1.55E+12 | 1.63E+10 |
| | | 1.4% | 89.5% | 10.0% | 0.5% | 2.3% | 2.1% | 10.8% | 8.8% | 17.1% | 8.1% | 30.4% | 57.5% |
| 埋設地全体 | 150,067 | 1.75E+12 | 1.70E+12 | 1.54E+09 | 7.71E+12 | 6.56E+10 | 7.40E+12 | 4.90E+11 | 2.22E+09 | 1.10E+09 | 7.09E+06 | 1.01E+13 | 8.18E+10 |
| | | 1.9% | 68.0% | 5.5% | 0.9% | 2.5% | 2.2% | 9.8% | 8.9% | 19.6% | 8.5% | 32.6% | 48.1% |
| 管理値 区画別放射エネルギー(1群あたり) | | 1.5E+13 | 4.1E+11 | 4.6E+09 | 1.3E+14 | 4.3E+11 | 5.5E+13 | 8.3E+11 | 4.1E+09 | 9.3E+08 | 1.3E+07 | 5.1E+12 | 2.8E+10 |
| 管理値 区画別放射エネルギー(1群~6群) | | 9.2E+13 | 2.5E+12 | 2.8E+10 | 8.3E+14 | 2.6E+12 | 3.3E+14 | 5.0E+12 | 2.5E+10 | 5.6E+09 | 8.3E+07 | 3.1E+13 | 1.7E+11 |

注)放射能評価プログラム誤り事象を受け、再評価した放射エネルギーを反映した値

- 埋設地全体でのC-14の埋設放射エネルギーは約70%であり、許可を受けた1群から6群の区画別放射エネルギー(1群から6群の合計放射エネルギー)に対しては裕度がある。
- 一方、6群に埋設した廃棄体本数は22,067本:約86%^{*1}であるが、C-14の放射エネルギーは約90%^{*1}であり、埋設本数に対して放射エネルギーが上回っている。
- 今後、平均的な放射エネルギー^{*2}の廃棄体を埋設した場合でも、現状の管理値を超過する。

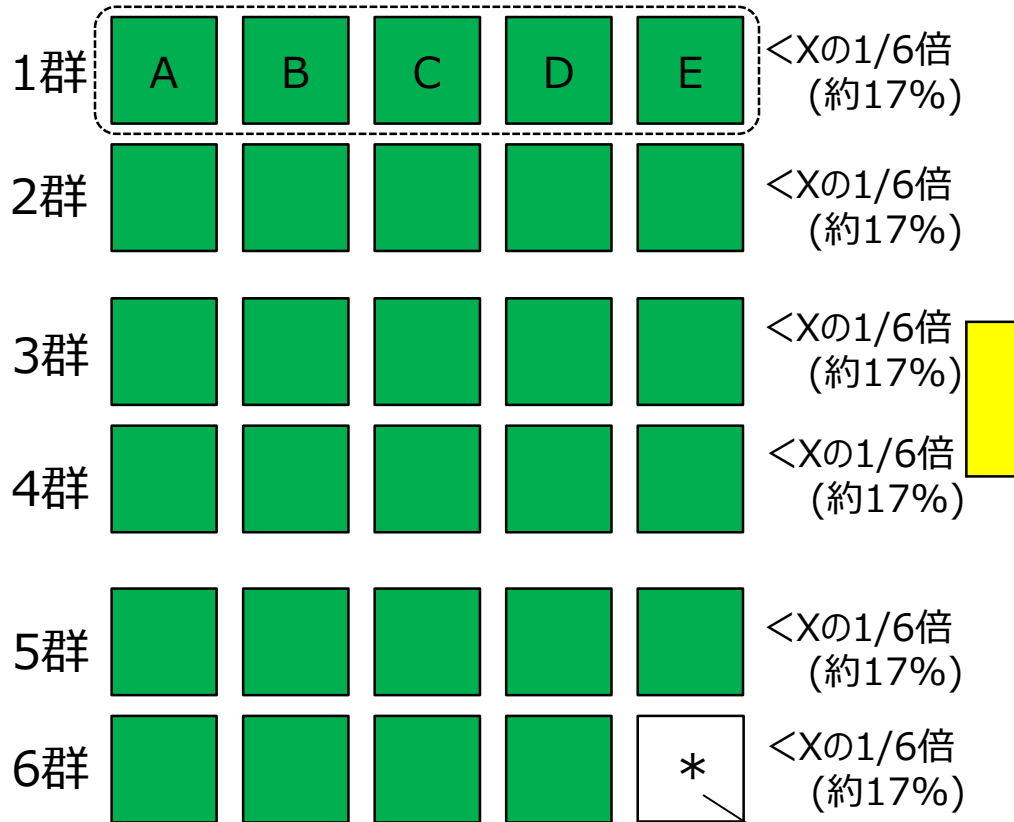
*1 : 6群に埋設可能な本数、放射エネルギーに対する割合

*2 : 許可を受けた放射エネルギーを総埋設本数で除した廃棄体1本あたりの放射エネルギー

変更後の放射エネルギー管理のイメージ

【現行の放射エネルギー管理】

区画別放射エネルギー（合計放射エネルギー）を確実に達成するために、群単位・埋設設備単位で平均的な値を上限として管理。

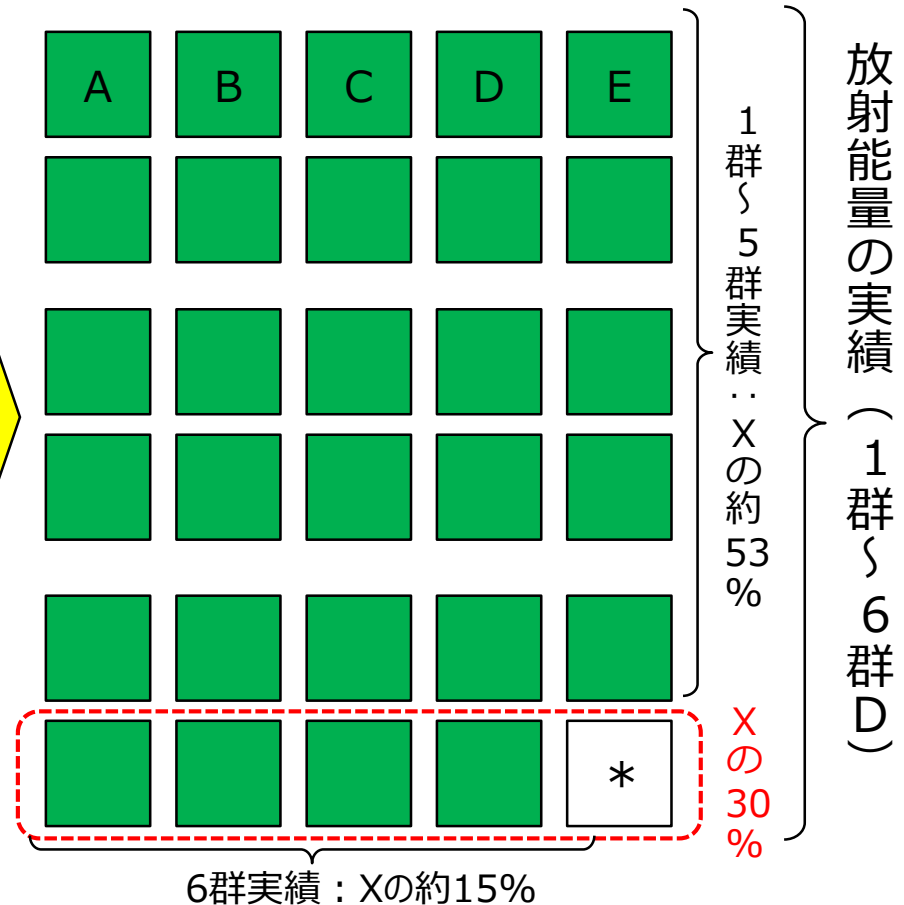


1群から6群の区画別放射エネルギー：X
(1群から6群の合計放射エネルギー)

$< X \times 2/30$
(約6.7%)

【変更後の放射エネルギー管理】

これまでの埋設実績を考慮して、区画別放射エネルギーを超えないように6群に適切に上限を定めて管理。



* 6E埋設設備には1,600本定置済み

【参考】1群から6群の区画別放射能量



| 放射性物質の種類 | 最大放射能濃度 (Bq/t) | 総放射能量 (Bq)* ¹ | 区画別放射能量(Bq)* ² | | | |
|-----------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | 1群から6群 (均質・均一固化体) | 7,8群 (充填固化体) | 8群 (均質・均一固化体) | 8群 (セメント破砕物充填固化体) |
| H-3 | 3.0×10^{11} | 9.9×10^{13} | 9.2×10^{13} | 1.5×10^{12} | 3.1×10^{12} | 3.1×10^{12} |
| C-14 | 8.5×10^9 | 2.8×10^{12} | 2.5×10^{12} | 1.9×10^{11} | 8.4×10^{10} | 8.4×10^{10} |
| Cl-36 | 9.2×10^7 | 2.9×10^{10} | 2.8×10^{10} | 2.3×10^5 | 9.2×10^8 | 9.2×10^8 |
| Co-60 | 2.7×10^{12} | 9.0×10^{14} | 8.3×10^{14} | 1.5×10^{13} | 2.8×10^{13} | 2.8×10^{13} |
| Ni-59 | 8.8×10^9 | 2.7×10^{12} | 2.6×10^{12} | 4.9×10^9 | 8.7×10^{10} | 8.7×10^{10} |
| Ni-63 | 1.1×10^{12} | 3.5×10^{14} | 3.3×10^{14} | 5.4×10^{11} | 1.1×10^{13} | 1.1×10^{13} |
| Sr-90 | 1.6×10^{10} | 5.4×10^{12} | 5.0×10^{12} | 6.5×10^{10} | 1.7×10^{11} | 1.7×10^{11} |
| Nb-94 | 8.5×10^7 | 2.7×10^{10} | 2.5×10^{10} | 7.9×10^8 | 8.3×10^8 | 8.3×10^8 |
| Tc-99 | 1.8×10^7 | 5.9×10^9 | 5.6×10^9 | 7.2×10^6 | 1.9×10^8 | 1.9×10^8 |
| I-129 | 2.7×10^5 | 8.9×10^7 | 8.3×10^7 | 8.1×10^5 | 2.8×10^6 | 2.8×10^6 |
| Cs-137 | 1.0×10^{11} | 3.3×10^{13} | 3.1×10^{13} | 7.1×10^{10} | 1.0×10^{12} | 1.0×10^{12} |
| アルファ線を放出する放射性物質 | 5.5×10^8 | 2.0×10^{11} | 1.7×10^{11} | 2.3×10^{10} | 5.8×10^9 | 5.8×10^9 |

*1 : 1群から8群までの総放射能量は、1群から6群(均質・均一固化体)、7,8群(充填固化体)、8群(均質・均一固化体)及び8群(セメント破砕物充填固化体)の区画別放射能量の合計値を、有効数字2桁(3桁以下切り捨て)で示した値である。

*2 : 区画別放射能量は、線量評価に用いる値とし、本施設に埋設する廃棄体の種類ごとに設定する。

放射エネルギー管理の変更に伴う 線量評価への影響について

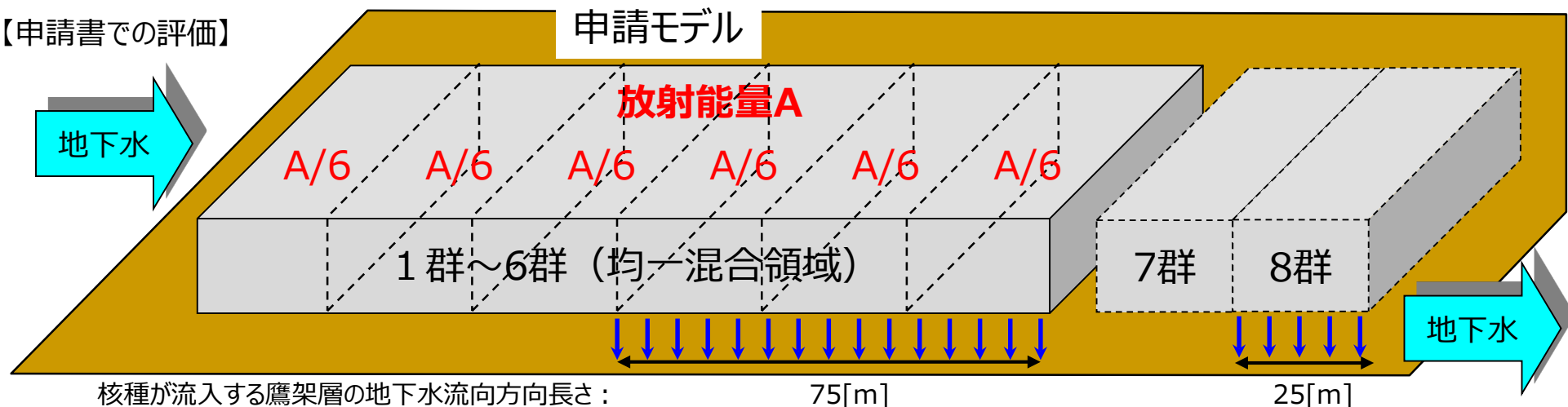
線量評価の概要



- 1号廃棄物埋設施設の廃止措置の開始前および廃止措置の開始後の線量評価において、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出に関する評価は、埋設する廃棄体の特性等に応じて分割して評価している。
- 1号廃棄物埋設地の1群から6群は、埋設対象とする廃棄体が同じであるため、1つの領域としてモデル化し、埋設設備内の放射性物質の濃度が均一になるものとしている。
- 放射エネルギーは1群から6群に平均的(均等)に埋設されることを前提としているため、今回の放射エネルギー管理の変更に伴い、6群に放射エネルギーを多く埋設した場合の線量評価を実施し、事業変更許可申請において実施した線量評価の変更の必要がないことを確認した。
- 具体的には、1群から6群を1群から5群と6群とに分割し、放射エネルギーをそれぞれに設定して評価した。なお、放射エネルギーおよび領域を分割することによって影響を受けるパラメータ（例：分配平衡体積、地下水流量など）以外の線量評価パラメータは、事業変更許可時の値を用いた。

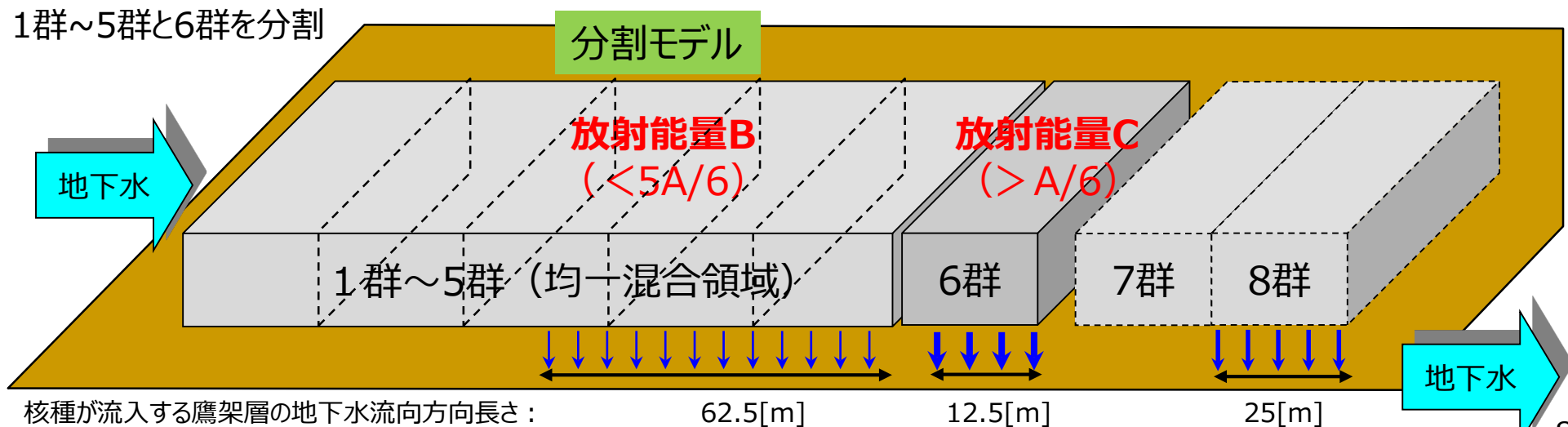
変更後の線量評価のイメージ図

【申請書での評価】



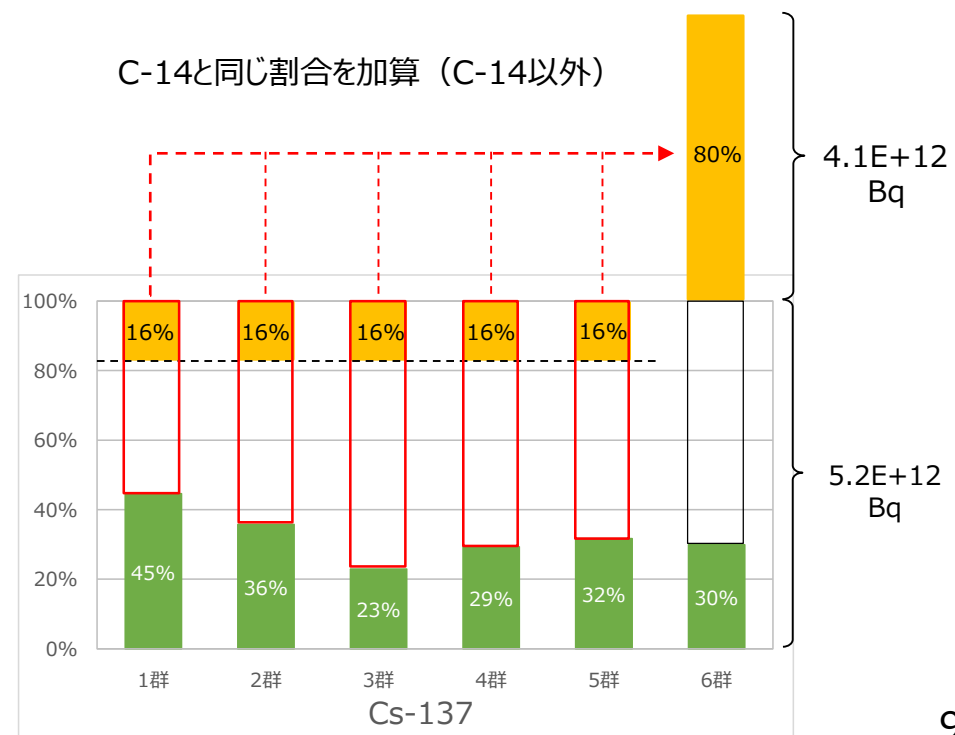
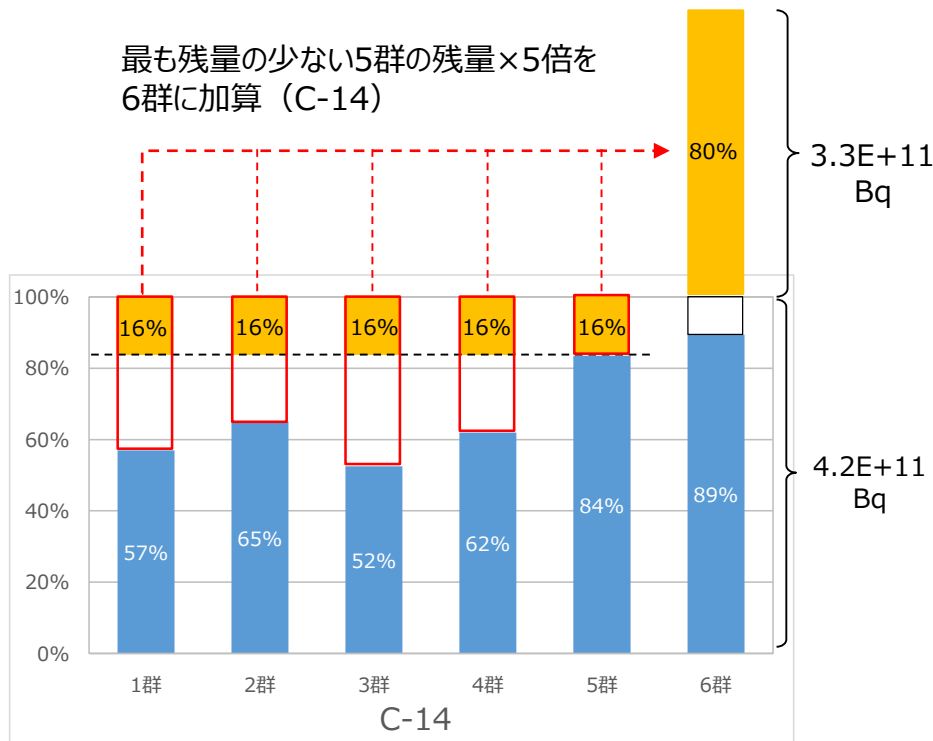
【変更後】

1群～5群と6群を分割

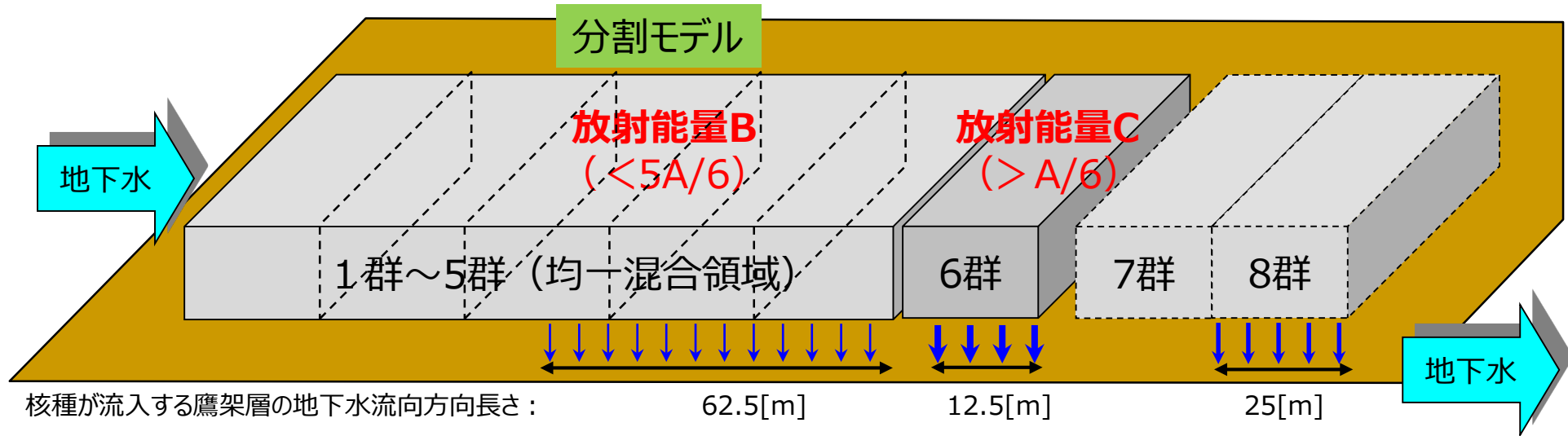


放射エネルギー設定の考え方

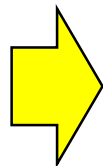
- 許可を受けた放射エネルギーに対し、1群から5群までに埋設した放射エネルギーの残量（赤枠）のうち、最も残量の少ない群（C-14は5群）の放射エネルギーを5倍した値を6群の放射エネルギーに加算する（左図）。
- 最も残量の少ない放射性物質はC-14であるが、その他の放射性物質もC-14と同じ割合を加算する（右図はC-137の例）。



放射エネルギーの設定値



| 核種 | 放射エネルギー[Bq] | |
|--------|-------------|----------|
| | 1-6群(A) | 1群あたり |
| H-3 | 9.20E+13 | 1.53E+13 |
| C-14 | 2.50E+12 | 4.17E+11 |
| Cl-36 | 2.80E+10 | 4.67E+09 |
| Co-60 | 8.30E+14 | 1.38E+14 |
| Ni-59 | 2.60E+12 | 4.33E+11 |
| Ni-63 | 3.30E+14 | 5.50E+13 |
| Sr-90 | 5.00E+12 | 8.33E+11 |
| Nb-94 | 2.50E+10 | 4.17E+09 |
| Tc-99 | 5.60E+09 | 9.33E+08 |
| I-129 | 8.30E+07 | 1.38E+07 |
| Cs-137 | 3.10E+13 | 5.17E+12 |
| a | 1.70E+11 | 2.83E+10 |
| | 100% | 16.7% |



| 核種 | 放射エネルギー[Bq] | | |
|--------|-------------|----------|----------|
| | 1-5群(B) | 6群(C) | 1-6群計 |
| H-3 | 6.44E+13 | 2.76E+13 | 9.20E+13 |
| C-14 | 1.75E+12 | 7.50E+11 | 2.50E+12 |
| Cl-36 | 1.96E+10 | 8.40E+09 | 2.80E+10 |
| Co-60 | 5.81E+14 | 2.49E+14 | 8.30E+14 |
| Ni-59 | 1.82E+12 | 7.80E+11 | 2.60E+12 |
| Ni-63 | 2.31E+14 | 9.90E+13 | 3.30E+14 |
| Sr-90 | 3.50E+12 | 1.50E+12 | 5.00E+12 |
| Nb-94 | 1.75E+10 | 7.50E+09 | 2.50E+10 |
| Tc-99 | 3.92E+09 | 1.68E+09 | 5.60E+09 |
| I-129 | 5.81E+07 | 2.49E+07 | 8.30E+07 |
| Cs-137 | 2.17E+13 | 9.30E+12 | 3.10E+13 |
| a | 1.19E+11 | 5.10E+10 | 1.70E+11 |
| | 70.0% | 30.0% | 100% |

放射エネルギーB
 $= 0.84 \times (5A/6)$
 $= 0.70A$

放射エネルギーC
 $= 1.8 \times (A/6)$
 $= 0.30A$

$B + C = A$

線量評価結果（その1）



単位：μSv/y

| 1号 | | 申請モデル (放射エネルギー変更前) a | | 分割モデル*1 (放射エネルギー変更前) b | | 分割モデル*1 (放射エネルギー変更後) c | | c/b |
|-------------------------|----|----------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|-------|
| 平常時評価 水産物摂取 | 合計 | 1.835 | 145y | 1.835 | 145y | 1.897 | 125y | 1.034 |
| 最も可能性が 高いシナリオ 居住者 | 合計 | 0.1988 | 300y | 0.1988 | 300y | 0.1987 | 300y | 0.999 |

- ・放射エネルギー変更後では、核種の生活環境への到達が早まるため、平常時評価への影響が大きい
- ・申請書の記載値*2（平常時：約1.9μSv/y、基本シナリオ：約0.20μSv/y）は変わらない

* 1：分割モデルの評価結果は分割モデルを用いた1-6群の評価値と申請モデルを用いた7-8群の評価値の合算（以降の計算結果も同じ）

* 2：申請書の記載値は有効数字3桁目を切り上げた値（以降も同じ）

線量評価結果 (その2)



単位：μSv/y

| 1号 | | 申請モデル (放射エネルギー変更前) a | | 分割モデル (放射エネルギー変更前) b | | 分割モデル (放射エネルギー変更後) c | | c/b |
|--------------------------|----|----------------------------|--------|----------------------------|--------|----------------------------|--------|-------|
| 最も厳しいシナリオ 漁業従事者 | 合計 | 3.228 | 300 y | 3.228 | 300 y | 3.226 | 300 y | 0.999 |
| 最も厳しいシナリオ 農業従事者 (米) | 合計 | 1.706 | 3,400y | 1.706 | 3,400y | 1.706 | 3,400y | 1.000 |
| 最も厳しいシナリオ 農業従事者 (米以外) | 合計 | 0.8822 | 1,000y | 0.8822 | 1,000y | 0.8819 | 1,000y | 1.000 |
| 最も厳しいシナリオ 畜産業従事者 | 合計 | 0.6556 | 1,150y | 0.6556 | 1,150y | 0.6554 | 1,150y | 1.000 |
| 最も厳しいシナリオ 建設業従事者 | 合計 | 0.7626 | 1,200y | 0.7626 | 1,200y | 0.7624 | 1,200y | 1.000 |
| 最も厳しいシナリオ 居住者 | 合計 | 0.8184 | 1,200y | 0.8184 | 1,200y | 0.8182 | 1,200y | 1.000 |

・申請書の記載値 (漁：3.3μSv/y、農(米)：1.8μSv/y、農(米以外)：0.89μSv/y、畜：0.66μSv/y、建：0.77μSv/y、居：0.82μSv/y) は変わらない

線量評価結果 (その3)



単位：μSv/y

| 1号 | | 申請モデル (放射エネルギー変更前) a | 分割モデル (放射エネルギー変更前) b | 分割モデル (放射エネルギー変更後) c | c/b |
|--------------------|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| 人為事象シナリオ 建設業従事者 | 合計 | 5.849 (300y) | 5.849 (300y) | 5.849 (300y) | 1 |
| | C-14 | 4.832E-4 (300y) | 4.832E-4 (300y) | 4.832E-4 (300y) | 1 |
| 人為事象シナリオ 居住者 | 合計 | 41.88 (300y) | 41.88 (300y) | 41.88 (300y) | 1 |
| | C-14 | 0.7600 (300y) | 0.7600 (300y) | 0.7609 (300y) | 1.001 |

・人為事象シナリオに関しては、合計値に影響はない。

平常時評価グラフ

