

研究施設等廃棄物の放射能インベントリの特徴

坂井章浩*1

わが国では、原子力利用に伴って、様々な施設から放射性廃棄物が発生している。日本原子力研究開発機構は、原子力機構の研究開発によって発生する廃棄物、大学及び民間機関の試験研究炉及び核燃料物質使用施設から発生する廃棄物、放射性同位元素（RI）の使用及び放射線発生装置の利用に伴って発生する放射性廃棄物、民間のウラン燃料の加工施設から発生する廃棄物（これらの廃棄物を総称して「研究施設等廃棄物」という）の埋設処分の実施主体として、ピット処分及びトレンチ処分の埋設事業の計画を進めている。

本報告では、原子力機構が計画している埋設処分施設の概要を紹介するとともに、埋設対象となる主な研究施設等廃棄物の核種毎の放射能濃度の特徴及びその放射能濃度に対する埋設するための基準の検討状況について概説する。

Keywords: 研究施設等廃棄物、埋設事業、浅地中処分、放射能インベントリ、ウラン廃棄物

1 はじめに

わが国では、原子力や放射線利用に伴って、様々な施設から放射性廃棄物が発生している。その中で、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）や、大学及び民間の研究機関等における放射性廃棄物は、埋設処分ができず、保管を継続している状況である。この状況が継続すれば、各事業者における保管容量を超えるおそれがあるとともに、老朽化施設の廃止措置が困難となり、新たな研究開発や放射性物質の利用への支障となることが考えられる。この状況を解決するため、原子力機構は、原子力機構の研究開発によって発生する廃棄物、大学及び民間機関の試験研究炉及び核燃料物質使用施設から発生する廃棄物、放射性同位元素（RI）の使用及び放射線発生装置の利用に伴って発生する放射性廃棄物、民間のウラン燃料の加工施設から発生する廃棄物（これらの廃棄物を総称して「研究施設等廃棄物」という）の埋設処分の実施主体として、ピット処分及びトレンチ処分の埋設事業の計画を進めている。

本報告では、原子力機構が計画している埋設処分施設の概要を紹介するとともに、埋設対象となる主な研究施設等廃棄物の核種毎の放射能濃度（放射能インベントリ）の特徴及びその放射能濃度に対する埋設するための基準の検討状況について概説する。

2 埋設事業の対象廃棄物の性状と埋設施設の概要

原子力機構が現在計画している埋設処分の対象物量は、ピット処分で22万本、トレンチ処分で53万本の合計で75万本（200ℓドラム缶換算）である。Fig.1に廃棄物種類別の物量割合を示す[1]。現在の計画において、ピット処分においては、200ℓドラム缶の他に角型容器に廃棄物を収納して処分する方法、また、トレンチ処分においては、放射能濃度の低い廃棄物が多いことから、コンクリー

トや金属の廃棄物の他、雑固体や均一固化体の廃棄物も、トレンチ処分の対象とすることを想定している。

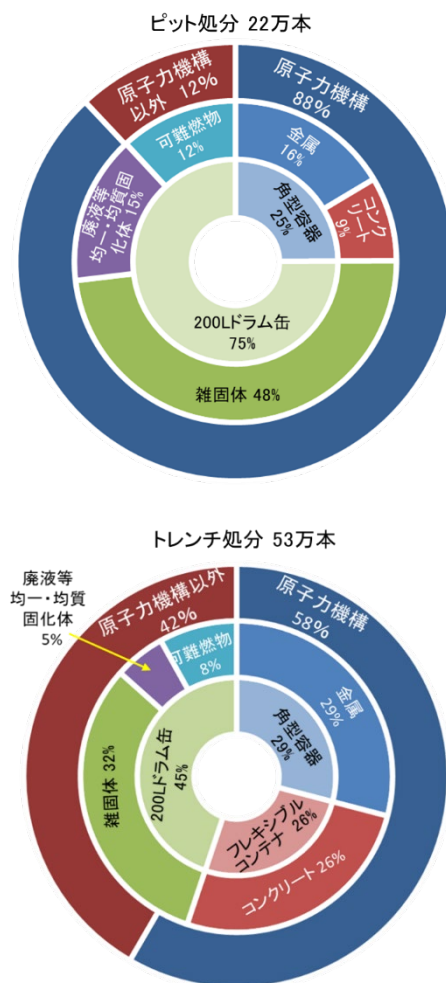


Fig.1 The volume ratio of kinds of waste material[1]

埋設事業所は、Fig.2に示すように約100haの敷地において、ピット処分施設とトレンチ処分施設を設置することを想定している[1]。トレンチ処分施設は、Fig.3に示すような産業廃棄物の安定5品目（金属くず、コンクリートくず・ガラスくず・陶磁器くず、廃プラスチック類、ゴムくず、がれき類）を埋設対象としたトレンチ処分施設と、Fig.4に示すように雑固体や均一・均質固化体の埋設処分を想定した産業廃棄物処分場の管理型処分施設に相当する付加機能型トレンチ処分施設の設置を想定している。

Characteristics of radioactive waste generated from research, industrial and medical facilities by Akihiro SAKAI (sakai.akihiro@jaea.go.jp)

*1 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構バックエンド統括本部埋設事業センター

Radioactive Waste Disposal Center, Decommissioning and Radioactive Waste Management Head Office, Japan Atomic Energy Agency

〒319-1112 茨城県那珂郡東海村村松 4-49

本稿は、日本原子力学会バックエンド部会2021年度バックエンド週末基礎講座における講演内容に加筆したものである。

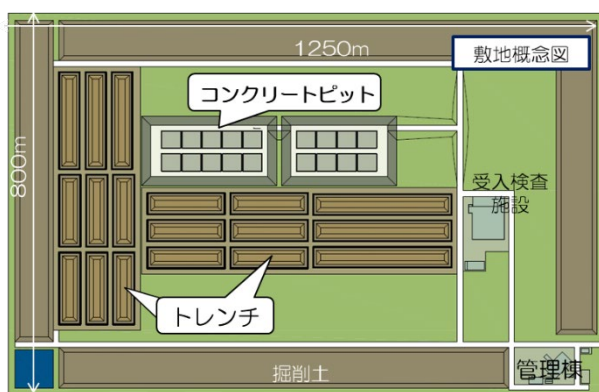


Fig.2 Schematic view of the disposal site[1]

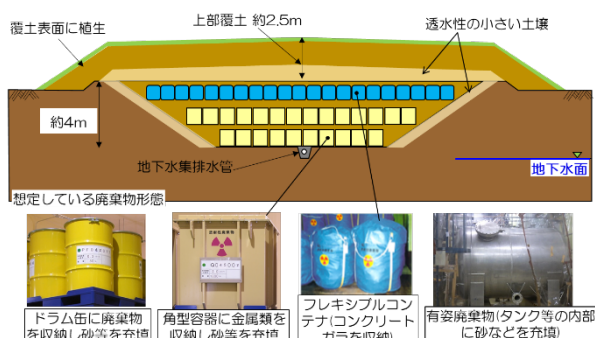


Fig.3 Conceptual view of trench disposal facility[1, 2]

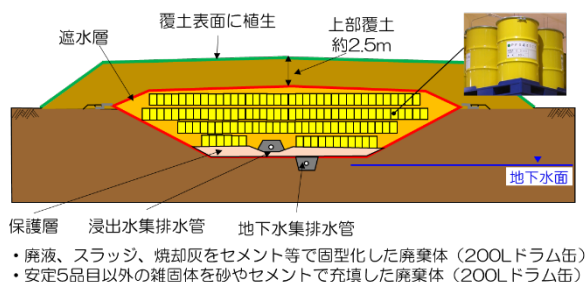


Fig.4 Conceptual view of trench disposal facility equipped with impermeable layers[1, 2]

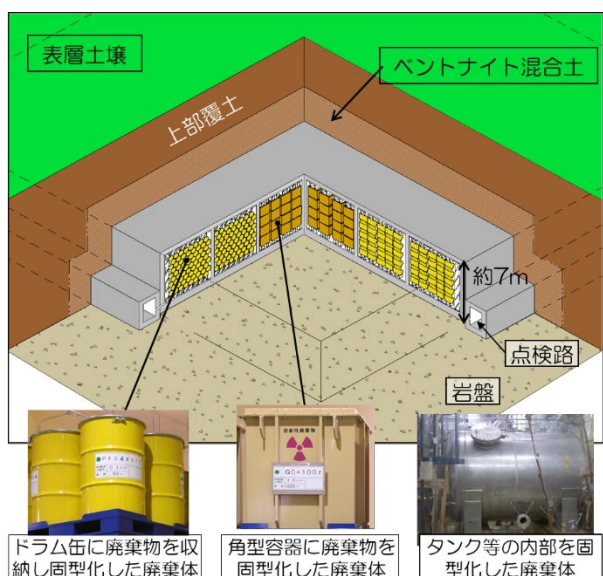


Fig.5 Conceptual view of concrete-pit disposal facility[1, 2]

ピット処分施設は、Fig.5 に示すように、国内の先行埋設施設である日本原燃（株）のピット処分施設を参照するとともに、施設や設備の解体廃棄物や、タンクなどの有姿の廃棄物も埋設することを想定して設計している[2]。

研究施設等廃棄物の主な発生施設種類毎の埋設対象廃棄物の割合の調査結果を Fig.6 に示す。ピット処分では、再処理施設からの廃棄物の割合が最も多く、次に原子炉施設やその他の施設（RI 施設や核燃料物質使用施設等）の順となっており、トレンチ処分では、原子炉施設からの廃棄物とウラン取扱施設からの廃棄物が同程度で多くなっている。このように各施設において埋設する廃棄物の放射能レベルに特徴がある結果となっている。次章に、主な発生施設の放射性核種の種類や核種組成の特徴について説明する。

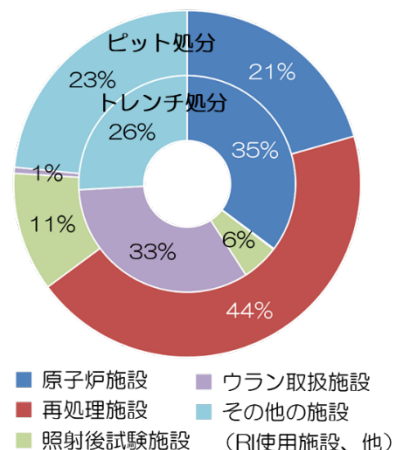


Fig.6 The investigation result of volume ratio of radioactive waste generated from nuclear facilities or RI facilities at JAEA disposal plan

3 主な施設種類毎の放射能インベントリの特徴

3.1 試験研究用施設からの廃棄物の放射能インベントリの特徴

Fig.6 に示すように、原子炉施設は、研究施設等廃棄物の埋設事業において主要な発生施設となっている。研究施設等廃棄物の埋設事業の対象となる主な原子炉施設は、Table 1 に示すように原子力機構の JRR-2, 3, JMTR や、各大学の試験研究炉、ふげん（新型転換炉）、もんじゅ、常陽（高速増殖炉）、HTTR（高温ガス炉）であり、様々なタイプの原子炉からの放射性廃棄物が対象と埋設なる。原子力発電所は主に PWR と BWR で、放射能評価に寄与する原子炉構成材料はステンレス鋼、Ni 合金、ステライト合金であることから[3]、原子炉内の放射能評価にあたり、グループ化や共通化したモデルを使用することができるが、試験研究炉の放射能評価では、それぞれの原子炉に使用されている材料（アルミ合金、黒鉛、重コンクリート、重水など）や、それぞれの炉における中性子スペクトル及び中性子束を考慮する必要がある。

Fig.7 に原子力機構の試験研究炉 JRR-2 の放射化計算モデル及び構成材料の種類を例として示す[4]。Fig.7 より、JRR-2 は重水が減速材に使用され、炉心タンク等の構成材料にアルミニウム合金、熱中性子柱に黒鉛が使われ、コン

クリートも普通コンクリートと重コンクリートの種類の違うコンクリートが使われている。このように個々の原子炉の構成材料を考慮してモデル化を行い、放射化計算を行って放射能濃度を評価することが必要となる。

Table 1 Major nuclear reactors which generate radioactive waste targeted in JAEA disposal plan

発生者	主な原子炉施設
原子力機構	ふげん (ATR)、もんじゅ、常陽 (高速炉)、JPDR (BWR)、JRR-1、2、3、3M、4、NSRR、JMTR、HTTR (高温ガス炉)、原子力船むつ (PWR) 等
原子力機構以外	試験研究炉 (東京大炉、京都大炉、近畿大炉、東京都市大炉、立教大炉、日立炉、東芝炉等)

*操業中、廃止措置中及び終了後の原子炉

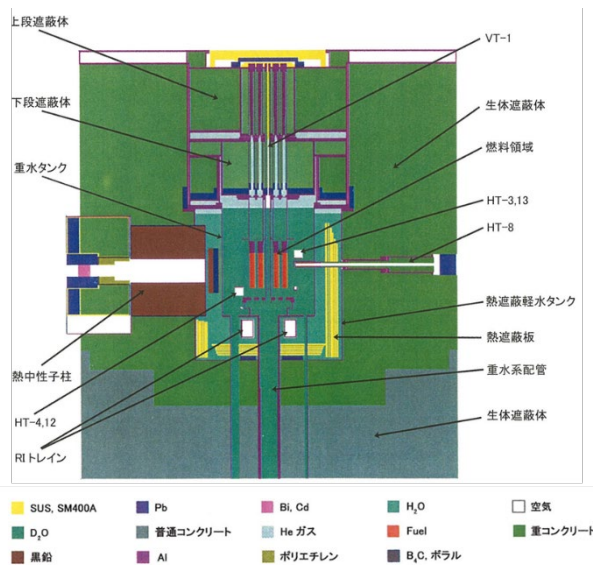


Fig.7 Example of core structure model of JRR-2 for activation radioactivity simulation [4]

3.2 再処理施設・照射後試験施設の放射能インベントリの特徴

研究施設等廃棄物の発生施設のうち、再処理施設や照射後試験施設では原子炉で照射した燃料を取扱うため、発生する廃棄物を原子炉施設からの廃棄物と比較すると、核種の種類は類似するが、FP 核種や TRU 核種の放射能の割合が多くなる傾向にあることが特徴である。

再処理施設では、使用済燃料集合体を解体し、燃料を溶解して、Pu と U を抽出・精製する工程が行われ、その操業・保守、また、最終的に施設・設備の解体に伴って放射性廃棄物が発生し、そのうち、放射能濃度の低いものがピット・トレンチ処分対象となる。使用済燃料の溶解等を行うことから、原子炉施設からの廃棄物と比較して、FP 核種及び TRU 核種の放射能濃度比が大きくなる。

照射後試験施設では、主に原子炉で照射された材料及び燃料における試験、保守及び最終的に施設・設備の解体に

伴って放射性廃棄物が発生し、そのうち、放射能濃度の低いものがピット・トレンチ処分対象となる。照射材料を扱う施設では、材料の放射化核種が主な汚染源となり、照射燃料を扱う施設では、FP や TRU 核種が主な汚染源となる。また、照射試料とともに照射されたキャプセル材料も放射化しているため、汚染源となる。

Fig.8 に原子炉施設、再処理施設、照射後試験施設から発生する廃棄物に含まれる核種毎の放射能濃度の例を示す ([5] に基づいて作成)。原子炉施設では、Co-60 や Ni-63 といったステンレス鋼などの放射化に起因する核種の放射能濃度が高くなっているが、再処理施設や照射後試験施設では、Sr-90 や Cs-137 といった使用済燃料に起因する FP 核種や α 核種の放射能濃度が高くなっていることがわかる。

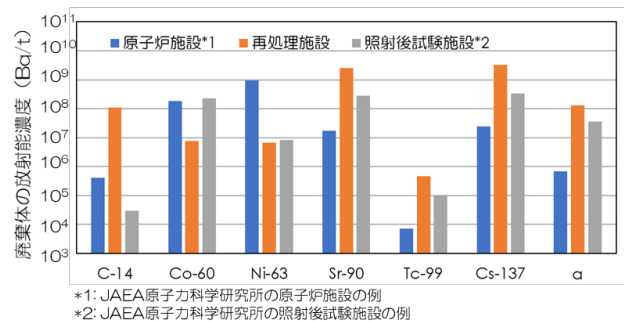


Fig.8 Comparison of radioactivity concentration in radioactive waste generated from research reactor, reprocessing facility, post-irradiation facility [5]

3.3 RI を利用する施設からの放射性廃棄物

Fig.9 に RI を利用する施設から発生する RI 廃棄物の種類について示す [6]。

RI は、密封されたものと非密封のものが利用される。密封されたものは、RI を容器等に封入した状態で、RI から放出される放射線を利用するもので、医療器具などの滅菌処理 (注射器やメス) や、医療照射 (γ ナイフ: 脳腫瘍)、非破壊検査 (溶接部の検査) 等に用いられる。RI の減衰等により使用を終了した後は、販売元である RI 協会等に取り付けられ、製造元である海外に返却されており、原則、国内に放射性廃棄物が残らないこととなる。

非密封 RI では、調べたい化合物に RI を取り込ませて使用する標識化合物や、人体に投与する放射性医薬品などにおいて液体等で利用されており、それを取扱った実験器具や人の手袋等の保護具が汚染物として放射性廃棄物となる。

放射線発生装置は、RI を製造するためや医療診断で使用されている。放射線発生装置のターゲット等が放射線にさらされることにより 2 次中性子が発生し、その中性子により構造材が放射化することにより放射性物質が生成し、発生装置の一部が放射能を帯びた放射化物となり、廃棄物となる [7]。

研究 RI 廃棄物から作製される廃棄物に含まれる主な核種は、日本アイソトープ協会によれば [8]、H-3、C-14、Ni-63、Sr-90、Cs-137 であり、原子炉施設において浅地中処分の安全評価において線量に寄与の大きい核種と同様であるが、Pm-147 といった特徴的な核種も含まれていることがわ

かる。

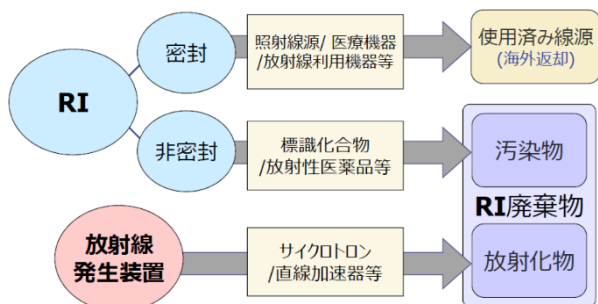


Fig.9 Radioactive waste contaminated by radioisotopes and the activated materials[6]

3.4 ウラン廃棄物について

国内において、ウラン濃縮施設、ウラン加工施設及びウランを扱った研究施設などから発生する専らウランを含む廃棄物をウラン廃棄物と呼んでいる。

ウラン廃棄物は、主に精製されたウラン（子孫核種を含まない）で汚染された廃棄物である。主な核種は、U-234、U-235、U-238 である。

なお、再処理施設で使用済燃料から抽出したウランは回収ウランと呼ばれ、上記 3 核種の他に U-232、U-236 を含んでおり、また、微量の FP、TRU 核種を含んでいる。汚染源が回収ウランである廃棄物もウラン廃棄物であるが、現在、U-234、U-235、U-238 で汚染された廃棄物が主要なウラン廃棄物と想定されるため、本報では、U-234、U-235、U-238 のウランで汚染された廃棄物について説明する。

ウラン濃縮により、目的に応じた濃度のウランが生成され、一方で U-235 の含有率の低い減損ウラン（劣化ウラン）も生じる。そのため、ウラン廃棄物には、様々なウラン組成の廃棄物が含まれる。Table 2 にウランの濃縮度毎の U-234、U-235、U-238 の放射能濃度を示す[9]。濃縮ウランでは、天然ウランと比較して、U-235 だけでなく、U-234 の放射能濃度も高くなる特徴がある。このため、ウランの総放射能濃度で規制値への適合等を検討する場合は、ウランの核種組成比を設定することが必要である。

また、Fig.10 に示すように、精製されたウランは、長期間かけて子孫核種が生成し、放射能が増加する特徴を持つ[10]。このため、ウラン廃棄物の浅地中処分の際に、超長期における線量の考え方が課題となっていたが、令和 3 年度に原子力規制委員会により、第 2 種廃棄物埋設施設に対する安全規制の考え方[11]が示され、原子炉等規制法における関係規則[12、13]及び内規[14]が改正された。原子力規制委員会によるトレンチ処分及びピット処分のウラン廃棄物の安全規制の考え方の概要は 4.2 で後述する。

4 処分方法における核種毎の放射能濃度の基準値について

4.1 ピット処分及びトレンチ処分に区分する核種毎の放射能濃度の基準値の検討状況

放射性廃棄物を埋設処分する際には、廃棄物の放射能濃

Table 2 Radioactivity concentrations of uranium isotopes by types of the enrichment of U-235[9]

U-235 (wt%)	Radioactivity Concentration (Bq/g)			
	U-234	U-235	U-238	U total
0.45	5.24×10^3	3.61×10^2	1.24×10^4	1.80×10^4
0.711(natural)	1.24×10^4	5.70×10^2	1.24×10^4	2.53×10^4
3.0	4.95×10^4	2.40×10^3	1.21×10^4	6.40×10^4
5.0	8.42×10^4	4.01×10^3	1.18×10^4	1.00×10^5

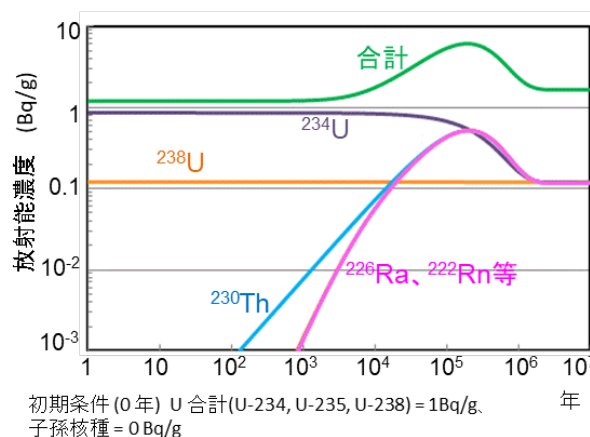


Fig.10 Change of radioactivity concentrations of ^{238}U and the major progenies at passage of time (The enrichment of ^{235}U is 5 wt%)[10]

度のレベルに応じて、埋設処分の基準に適合する処分方法に区分することが必要となるが、ピット処分及びトレンチ処分では、原子炉等規制法の埋設事業規則に主要核種の放射能濃度の上限値だけが示されており、個々の核種の放射能濃度の区分値は示されていない。そのため、研究施設等廃棄物に含まれる個々の核種に対する処分方法への放射能濃度の区分値として用いられるように、廃止措置終了後における最も可能性の高いシナリオを想定した線量評価を行い、基準線量である $10 \mu\text{Sv/y}$ に相当する放射能濃度（以下、「基準線量相当濃度」という）を試算した[15]。ただし、現在、研究施設等廃棄物の埋設施設の立地場所は決まっていないことから、原子力安全委員会が埋設事業規則の濃度上限値を設定するための根拠とした線量評価モデル及び評価シナリオ及びパラメータ[16-18]に、一部、研究施設等廃棄物の埋設施設の条件（施設規模等）を用いて、線量評価を行った。原子力安全委員会報告書[16]における計算条件と研究施設等廃棄物の埋設施設に係る計算条件の比較を Table 3 に示す。

評価対象核種は、廃棄物に含まれる可能性のある核種として、原子炉等規制法の線量告示[19]に示された半減期 30 日以上、220 核種とした。

基準線量相当濃度 C_i (Bq/t) は、核種 i の廃棄体の放射能濃度 D_i (Bq/t) の時の線量の計算結果が、 X_i ($\mu\text{Sv/y}$) の時、以下の計算式となる。

$$\text{基準線量相当濃度 } Ci(\text{Bq/t}) = 10 / Xi * Di \quad (1)$$

Table 3 Major calculation conditions of dose assessment for radioactivity concentrations of nuclides equivalent to dose criteria [15]

項目		原子力安全委員会	JAEA試算
		値	値
トレンチ処分	廃棄体本数(200Lドラム)	100 万本	53 万本
	廃棄体体積	$2.0 \times 10^5 \text{ m}^3$	$1.06 \times 10^5 \text{ m}^3$
	施設形状(幅*長さ*高さ)	500*500*5 m	280*280*4 m
	廃棄物総量の処分場に対する体積割合	0.16	0.34
	覆土厚さ	1.8 m	2.5 m
	廃棄物層への浸透水量	0.3 m/y	0.6 m/y
	河川までの距離	500 m	100 m
	地下水の実流速	0.3 m/d	0.9 m/d
	核種の地下水への漏出開始時期	埋設終了後	埋設終了後
ピット処分	廃棄体本数(200Lドラム)	100 万本	22 万本
	廃棄体体積	$2.0 \times 10^5 \text{ m}^3$	$4.4 \times 10^4 \text{ m}^3$
	施設形状(幅*長さ*高さ)	500*500*5 m	100*400*5 m
	廃棄物総量の処分場に対する体積割合	0.16	0.22
	覆土厚さ	3 m	3 m
	廃棄物層への浸透水量	0.1 m/y	0.1 m/y
	河川までの距離	500 m	100 m
	地下水の実流速	0.01 m/d	0.01 m/d
	核種の地下水への漏出開始時期	管理期間(300年)終了後	埋設終了後

※ 網掛けはJAEA試算において変更したパラメータ及び評価条件

(1)式における 10 の値は、最も可能性の高いシナリオにおける基準線量である $10 (\mu \text{ Sv/y})$ を意味する。

立地環境条件が決まっていないことから、様々な評価シ

ナリオを考慮して、濃度上限値報告書に示されたピット処分及びトレンチ処分の被ばく経路に加えて、余裕深度処分の評価[20]で想定された被ばく経路についても基準線量相当濃度を評価した。主な核種における基準線量相当濃度の試算結果を Table 4 に示す。Table 3 に示すように、研究施設等廃棄物の埋設施設で想定している条件を一部取り入れているため、濃度上限値報告書と異なる基準線量相当濃度となっている。なお、本試算は暫定の値であり、将来的には、立地環境条件における埋設施設の人工バリアの性能を含めた設計結果に基づいて計算を行う。

また、基準線量相当濃度は、廃棄体における平均的な放射能濃度であるため、廃棄体の最大放射能濃度（濃度上限値）は、各処分方法で対象となる廃棄体の放射能濃度の範囲や分布を考慮して設定する必要がある。なお、埋設事業規則では、基準線量相当濃度を対数的に $1 \times 10^8 (\text{Bq/t})$ に丸め、丸めた放射能濃度について、ピット処分では、 α 線放出核種以外の核種について Ci の 100 倍、 α 線放出核種について 10 倍、トレンチ処分では、全ての核種について 10 倍の放射能濃度を濃度上限値として設定されている。[16]

4.2 ウラン廃棄物の埋設施設の放射能濃度の考え方

我が国における浅地中処分では、規制期間中に放射能を十分に減衰させた後、施設の廃止措置を行うことが基本的な考え方となっている。一方、ウランは、Fig.9 に示すように子孫核種の生成により放射能が長期にわたって増加する特徴を持つため、浅地中処分の安全規制への適合性が課題とされてきた。

原子力規制委員会は、「ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制の考え方」[11]において、ウラン廃棄物に対して、以下のような浅地中処分の安全規制の考え方を示した。

- ・ IAEA の個別安全指針 SSG-29[21]では、ウランなどの

Table 4 Calculation result of radioactivity concentrations of nuclides equivalent to dose criteria for Trench and Concrete-pit disposal[15]

			地下水シナリオ							跡地利用シナリオ			
	主な核種	半減期 (y)	濃度上限値報告書	機構における試算						濃度上限値報告書	機構における試算		
			河川水利用	河川水利用	灌漑水利用	河川岸建設	河川岸居住	河川岸農耕等		跡地建設	跡地居住	跡地建設	跡地居住
トレンチ処分	H-3	1.2×10^1	1.1×10^9	5.2×10^8	3.4×10^9	6.6×10^{15}	3.7×10^{16}	6.1×10^9	2.6×10^{14}	5.3×10^8	3.3×10^{14}	6.7×10^8	
	C-14	5.7×10^3	2.2×10^7	1.0×10^7	9.6×10^9	1.3×10^{15}	2.3×10^{15}	1.0×10^{10}	1.1×10^{12}	1.2×10^8	1.4×10^{12}	1.5×10^8	
	Co-60	5.3×10^0	—	—	—	—	—	—	7.6×10^8	2.3×10^9	9.5×10^8	2.9×10^9	
	Ni-63	1.0×10^2	—	4.2×10^{11}	6.2×10^{11}	2.8×10^{14}	1.9×10^{15}	2.7×10^{11}	1.8×10^{12}	1.6×10^9	2.3×10^{12}	2.0×10^9	
	Sr-90	2.9×10^1	—	8.0×10^9	1.7×10^9	4.9×10^{13}	6.2×10^{14}	7.7×10^8	2.7×10^{10}	4.2×10^5	3.4×10^{10}	5.3×10^5	
	Tc-99	2.1×10^5	2.3×10^9	1.2×10^9	1.4×10^9	2.9×10^{14}	1.5×10^{15}	2.1×10^9	2.0×10^{11}	1.1×10^6	2.5×10^{11}	1.4×10^6	
	Cs-137	3.0×10^1	—	—	—	—	—	—	1.5×10^7	3.7×10^7	1.9×10^7	4.6×10^7	
	Pu-239	2.4×10^4	5.6×10^9	9.3×10^8	3.9×10^9	8.7×10^9	3.4×10^{14}	6.1×10^9	2.0×10^7	4.8×10^7	2.5×10^7	6.0×10^7	
	Am-241	4.3×10^2	9.2×10^{12}	3.4×10^{11}	1.2×10^{12}	7.6×10^{10}	2.0×10^{11}	4.3×10^{10}	2.4×10^7	6.6×10^7	3.0×10^7	8.3×10^7	
ピット処分	H-3	1.2×10^1	—	2.4×10^{11}	1.5×10^{12}	3.0×10^{18}	1.7×10^{19}	2.8×10^{12}	—	2.8×10^{16}	—	2.0×10^{16}	
	C-14	5.7×10^3	7.0×10^9	6.8×10^8	6.3×10^{11}	8.4×10^{16}	1.5×10^{17}	6.6×10^{11}	—	2.8×10^9	—	2.0×10^9	
	Co-60	5.3×10^0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Ni-63	1.0×10^2	—	—	—	—	—	—	—	3.0×10^{11}	—	2.2×10^{11}	
	Sr-90	2.9×10^1	—	—	—	—	—	—	—	9.0×10^{10}	—	7.1×10^{10}	
	Tc-99	2.1×10^5	1.0×10^{11}	5.5×10^{10}	6.3×10^{10}	1.3×10^{16}	6.8×10^{16}	9.9×10^{10}	1.8×10^{19}	2.4×10^7	1.3×10^{19}	1.8×10^7	
	Cs-137	3.0×10^1	—	—	—	—	—	—	2.0×10^{12}	5.2×10^{11}	1.4×10^{12}	3.7×10^{11}	
	Pu-239	2.4×10^4	2.8×10^{13}	2.0×10^{13}	1.6×10^{13}	1.3×10^{14}	5.8×10^{14}	2.7×10^{13}	1.8×10^{14}	6.3×10^8	1.3×10^{14}	4.6×10^8	
	Am-241	4.3×10^2	1.7×10^{13}	1.0×10^{14}	5.1×10^{13}	8.2×10^{13}	7.6×10^{14}	3.4×10^{13}	6.4×10^{14}	3.7×10^{10}	4.7×10^{14}	2.7×10^{10}	

赤字は、原子力機構の試算で最少となった濃度。“—”は、基準線量相当濃度が $1 \times 10^{20} (\text{Bq/t})$ 以上を示す。

長寿命核種は、限られた量の場合のみ浅地中処分が適しているという考え方である。

- ・ このため、ウラン廃棄物に対しては、埋設当初からウラン濃度を「十分に低い放射能濃度」に抑えることによって、公衆の被ばくを低減することが可能であることから、浅地中処分の対象とすることが適当である。
- ・ 「十分に低い放射能濃度」は、国内外の土壤中のウラン濃度分布や、長期間における線量の試算結果に基づき検討され、埋設当初から廃棄物埋設地のウランの平均放射能濃度を 1 Bq/g 程度以下に抑えることによって、ウラン廃棄物を浅地中処分の枠組みで取り扱うことができる。

この報告書の考え方に基づき、原子炉等規制法の許可基準規則[13]及びその解釈[14]（施行：令和 3 年 10 月 21 日）では、以下のように規定された。

- ・ 「廃棄物、人工バリア、土砂その他の廃棄物埋設地に対して、設置するものの重量によるウラン（U-234, 235, 238）の放射能濃度が 1 MBq/t（1 Bq/g）を超えず、放射性物質の分布がおおむね均一であること。（規則）」
- ・ 「おおむね均一とは、埋設地内を複数の区域に区分した場合において、ウラン（U-234, 235, 238）の放射能濃度が 10 MBq/t（10 Bq/g）を超えないこと。（規則の解釈）」

研究施設等廃棄物では、Fig.6 に示したようにトレンチ処分対象廃棄物の約 1/3 程度がウラン廃棄物であると想定している。このため、許可基準規則の考え方に従い、Fig.11 に示すように、トレンチ埋設施設を適切に区画し、他の施設からのウランを含まない廃棄物や充填土等を考慮して、埋設処分施設の管理を行うことを考えている。なお、区域の大きさについては規定されておらず、事業者によって適切に設定することが求められている。

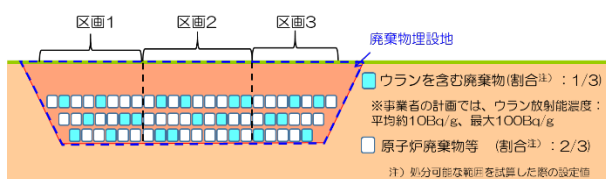


Fig.11 Conceptual view for a management method of radioactivity concentration of Uranium in Trench facility

5 終わりに

研究施設等廃棄物の埋設事業は、国内における様々な研究開発や放射性物質の利用施設から発生する廃棄物を対象としており、本報告では、研究施設等廃棄物について、発生施設の種類の放射能インベントリの特徴について紹介した。研究施設等廃棄物では、発生施設の種類毎に含まれる放射性核種の種類やその組成が異なるため、発生施設の種類の放射能評価を行い、その結果に基づいて、ピット及びトレンチ埋設施設の設計及び安全評価を実施す

る必要がある。また、ウラン廃棄物については、処分場における平均放射能濃度の管理の具体的な方法を確立する必要がある。このように、これまでに確立していない処分方法への対応に取り組みながら、埋設事業の操業に向けた準備を進めていくことを考えている。

参考文献

- [1] 日本原子力研究開発機構埋設事業センター：文部科学省原子力科学技術委員会第 1 回原子力バックエンド作業部会資料 4-1、埋設処分業務の実施状況について。令和元年 8 月 19 日 (2019)。
- [2] 天澤弘也 他：研究施設等廃棄物浅地中処分施設の概念設計。JAEA-Tech. 2012-031 (2012)。
- [3] 日本原子力学会標準：ピット処分及びトレンチ処分対象廃棄物の放射能濃度決定に関する基本手順：2019。AESJ-SC-F022:2019 (2020)。
- [4] 岸本克己 他：中性子束分布計算に 3 次元体系を導入した JRR-2 原子炉本体放射化放射能評価。JAERI-Tech. 2005-016 (2005)。
- [5] 日本原子力研究開発機構埋設事業センター：原子力規制庁面談資料、ピット、トレンチ処分対象の研究施設等廃棄物における放射能インベントリについて。平成 27 年 2 月 13 日 (2015)。
- [6] (公社)日本アイソトープ協会：厚生労働省第 1 回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 4、放射性廃棄物の現状について。2021 年 6 月 24 日 (2021)。
- [7] 文部科学省科学技術・学術政策局 放射性安全規制検討会クリアランス技術検討ワーキンググループ：放射線障害防止法におけるクリアランス制度の整備に係る技術的検討について（中間報告）。平成 18 年 6 月 (2006)。
- [8] (公社)日本アイソトープ協会：第 26 回原子力規制委員会廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム資料 26-2-2、RI 廃棄物の管理について。2017 年 10 月 3 日 (2017)。
- [9] 日本原燃（株）他：ウラン廃棄物の処分及びクリアランスに関する検討書。平成 18 年 3 月 (2006)。
- [10] (一社)日本原子力学会「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」特別専門委員会：低レベル放射性廃棄物処分におけるウランの扱いについて-浅地中トレンチ処分に係る規制への提言-。平成 26 年度報告書 (2015)。
- [11] 原子力規制庁：令和 2 年度第 63 回原子力規制委員会資料 3 別紙 2 別添、ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制の考え方。令和 3 年 3 月 10 日 (2021)。
- [12] 核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則。令和 3 年 10 月 21 日施行 (2021)。
- [13] 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。令和 3 年 10 月 21 日施行 (2021)。
- [14] 原子力規制委員会：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の解釈。令和 3 年 9 月

29 日原子力規制委員会決定 (2021).

- [15] 菅谷敏克 他: 研究施設等廃棄物の浅地中処分のための基準線量相当濃度の検討 (その 1) . JAEA-Tech. 2021-004 (2021).
- [16] 原子力安全委員会: 低レベル放射性廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について. 平成 19 年 5 月 21 日 (2007).
- [17] 武田聖司 他: TRU 核種を含む放射性廃棄物及びウラン廃棄物のトレンチ処分に対する濃度上限値の評価 (受託研究) . JAEA-Research 2008-44 (2008).
- [18] 沢口拓磨 他: TRU 核種を含む放射性廃棄物及びウラン廃棄物のピット処分に対する濃度上限値の評価 (受託研究) . JAEA-Research 2008-46 (2008).
- [19] 核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示. 平成 27 年 8 月 31 日原子力規制委員会告示 8 号 (2015).
- [20] 武田聖司 他: TRU 核種を含む放射性廃棄物及びウラン廃棄物の余裕深度処分に対する濃度上限値の評価 (受託研究) . JAEA-Research 2008-45 (2008).
- [21] IAEA: Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, Specific Safety Guide No. SSG-29 (2014).