

ウラン廃棄物の現状について

平成12年3月8日

1. はじめに

ウラン燃料の製錬・転換、濃縮、再転換加工、成型加工施設等から発生するウラン核種およびその娘核種¹⁾を含む低レベル放射性廃棄物（以下、「ウラン廃棄物」という。）に関しては、「ウラン濃度が比較的低い大部分のウラン廃棄物については、段階管理（放射能の減衰に応じて、保安のための措置を段階的に変更する管理方法）を伴わない簡易な方法による浅地中処分を行うことが可能と考えられ、今後、具体的な方法の検討を行った上で、基準の整備等を図っていくこととする。」ことが原子力委員会の基本的な方針²⁾として示されている。

ウラン燃料加工事業者（再転換加工および成型加工、4社5事業所）、ウラン濃縮事業者（1社1事業所）、核燃料サイクル開発機構（略称する場合、「サイクル機構」という。）、電気事業者、日本原子力研究所、RI・研究所等廃棄物事業推進準備会、(財)原子力環境整備センターらは、この方針に従って、各施設から発生するウラン廃棄物の処理処分について研究開発を進めている。

2. ウラン廃棄物の現状について

2.1 ウラン廃棄物の発生と特性

(1) 発生源

- ・ウラン燃料加工施設の操業（ウラン燃料加工事業者）
- ・ウラン濃縮施設の操業（濃縮事業者）
- ・サイクル機構のウラン濃縮施設等のウラン取扱施設の操業（サイクル機構）
- ・その他の発生施設の操業（研究所等の核燃料取扱施設等）
- ・以上各施設の解体（解体時期、規模等は具体的には確定していない。）

¹⁾ 放射性核種は、放射線を放出して別の核種に変わる。この際に生成した別の核種を娘核種という。この娘核種も放射性核種の場合は、さらにその娘核種が生成する。

²⁾ 「原子力の研究、開発および利用に関する長期計画」（原子力委員会、平成6年6月）

(2) ウラン廃棄物の主な発生形態

- ・ 気体フィルタ
- ・ スラッジ類（排水処理等から生ずる水分を含んだ粉粒状の物質）
- ・ 可燃性雑固体廃棄物（作業着、手袋、木材等）
- ・ 焼却灰（可燃性雑固体廃棄物を焼却処理したもの）
- ・ 難燃性雑固体廃棄物（ゴム靴、ビニールホース等）
- ・ 不燃性雑固体廃棄物（金属、コンクリート、ガラス等）
- ・ 廃遠心分離機（ウラン濃縮施設で使用する機器の一つで、一定の作業を経たものは、新しいものと取り換えることがある。）

(3) ウラン廃棄物およびウラン核種の特性

- ・ ウラン廃棄物の物理・化学的性状は、廃棄物の種類によって概括できる。含まれる放射性核種としては、実質的にウラン核種およびその娘核種に限定され、その濃度は比較的高いものから極めて低いものまで幅広く分布している。
- ・ ウラン核種の比放射能（重量当たりの放射能）が低く、金属等のウラン廃棄物については、除染は比較的容易であると考えられている。また、除染によって回収されたウランは、再利用できる可能性もある。
- ・ ウラン核種およびその娘核種は、土壌、海水などの一般環境に極く低濃度ではあるが普遍的に存在する。また、特定の岩石や鉱石あるいはウラン鉱石などでは、比較的高濃度でウラン及びその娘核種が存在する例もある。
- ・ ウラン核種およびその娘核種には、半減期が非常に長いものがあり、娘核種のビルドアップ（生成および累積）によって処分当初の数十万年は、むしろ放射性核種の合計濃度は増大する。

(4) ウラン廃棄物の発生量の現状と予測

ウラン廃棄物の平成10年度末現在³⁾の量、および、2030年度末までに発生すると予想される量について算定した。また、ウラン燃料加工施設、サイクル機構のウラン濃縮施設等のウラン取扱施設の解体により発生するウラン廃棄物量についても算定した。

その結果、ウラン廃棄物の平成10年度末³⁾までの累積量は、200 リットルドラム缶換算で約10万本程度である。2030年度末時点の累積量は、運転

³⁾ 一部の施設については平成10年度末以前の集計値を使用しているものもある。

廃棄物が20万本規模と評価された。このほか、発生時期は未確定であるが、おのおの数十万本規模の解体廃棄物（現時点で解体が計画されていない施設については発生量の算定から除かれている。）や廃遠心分離機が将来発生すると評価された。

具体的な処理処分方策の検討は、これらの量を前提とする。

なお、ウラン廃棄物の最終的な処分を行う際には、各施設で発生する廃棄物は、必要に応じて焼却・圧縮・除染等の処理を施した後、処分場に埋設する形態（容器詰め、固型化等）に適切に処理したものとされることから、処理の内容によっては物量は変化する。

2.2 ウラン廃棄物の処分方策について

（1）基本的考え方

「ウラン濃度が比較的低い大部分のウラン廃棄物については、段階管理を伴わない簡易な方法による浅地中処分を行うことが可能と考えられ、今後、具体的な方法の検討を行った上で、基準の整備等を図っていくこととする。」という原子力委員会の基本的方針が示されている。

（2）放射性廃棄物の既存の処分方策

放射性廃棄物の処分に当たっては、処分場の設計や管理の方策によって、人間の生活環境に有意な影響を与えないような予防措置が講じられる。一般的には、放射性廃棄物に含まれる放射性核種の濃度が高くなるほど、厳重な措置が必要と考えられており、濃度の低いものから順に、人工構築物を設けない浅地中処分（簡易な方法による浅地中処分）、人工構築物（コンクリートピット）を設けた浅地中処分（コンクリートピット処分）、一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った深度の処分、地層処分等の処分施設概念や処分方策がすでに行われ、あるいは、今後実施されるべく検討されている。

放射性核種の濃度が十分に低い物については、放射性物質としての管理を必要としないとするクリアランスの考え方についても、制度化のための検討が実施されているところである。

（3）ウラン廃棄物の処分方策の考え方

- ・「ウラン濃度が比較的低い大部分のウラン廃棄物は、段階管理を伴わない簡易な浅地中処分が可能と考えられ、今後具体的な方法の検討を行った上で、基準の整備等を図っていくこととする。」という原子力委員会の基本的方針を

踏まえ、ウラン廃棄物（ウラン核種）の特徴を考慮した処分方策の策定が期待される。

- ・ウラン廃棄物の除染処理によって回収したウランは、資源として再利用する可能性もある。
- ・必要に応じて、その他の処分方法についての検討も考えられる。

（４）海外における処分の状況について

現在までの調査では、海外におけるウラン廃棄物に相当する廃棄物の処分の状況は、把握している限りでは、おおむね以下のとおりであると理解される。

- ・海外では、ウラン廃棄物に相当するカテゴリは特に設けられておらず、ウラン廃棄物に相当する放射性廃棄物は、低レベル放射性廃棄物の一部として扱われ、低レベル放射性廃棄物処分場または産業廃棄物等の処分場に処分されている。
- ・海外において、浅地中処分が行われている例もいくつかある。

ウラン廃棄物の現状について

平成12年3月8日

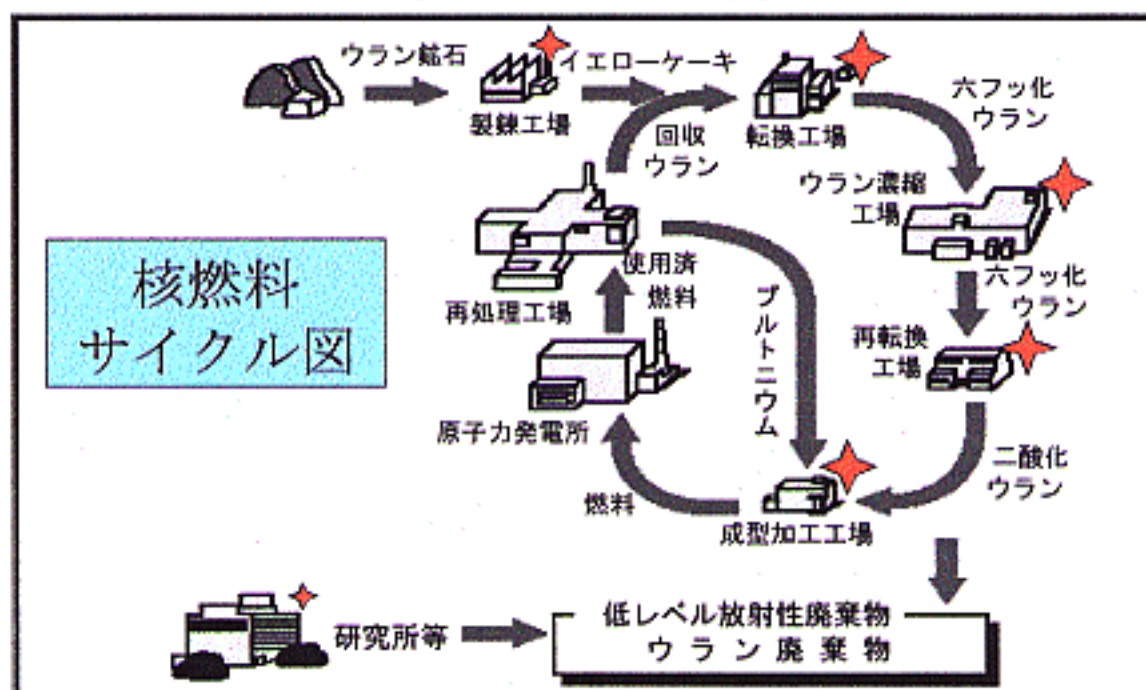
1

構成

- ウラン廃棄物の発生施設
- ウラン廃棄物の種類（廃棄物の具体例）
- ウラン廃棄物の発生量（現状と予測）
- ウランの特徴（組成、半減期等）
- 処分方策の検討

2

ウラン廃棄物の発生施設

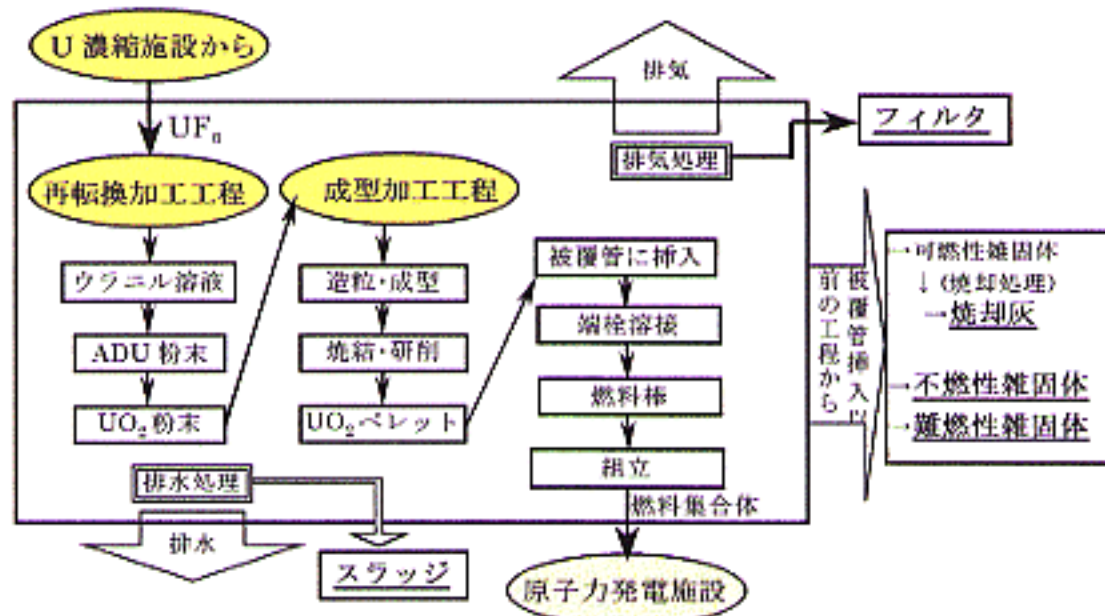


★は、ウラン廃棄物の発生施設を表す。ただし、すべての研究所等から発生するわけではない。

3

ウラン廃棄物の種類

ウラン燃料加工施設から発生する主なウラン廃棄物



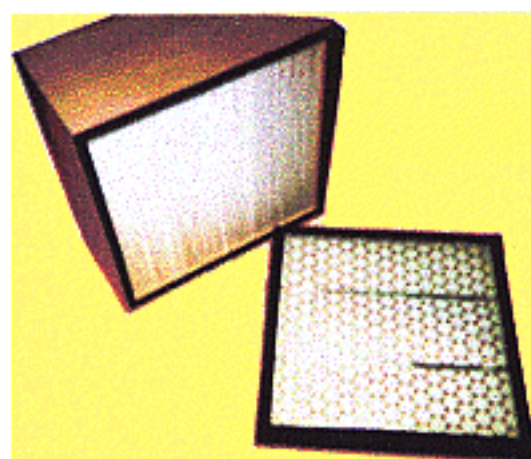
4

廃棄物の種類別内訳例

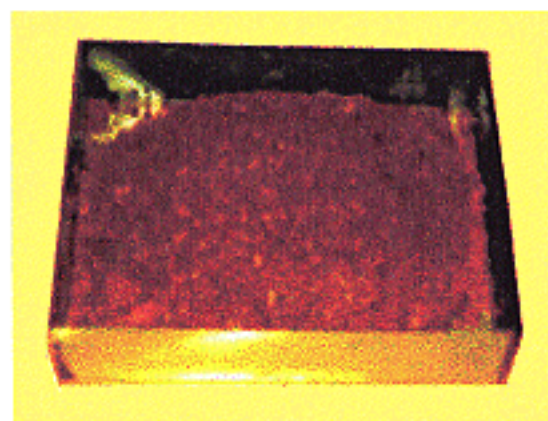
廃棄物種類		内容	
スラッジ類		廃液処理などによって発生した沈殿物などの残留物、廃イオン交換樹脂、各種沈殿物、ろ過残留物など	
焼却灰		可燃物、フィルタ木枠などの焼却によって発生する灰などの残留物	
フィルタ類		気体の処理に用いた使用済フィルタ	
雑固体	不燃物	金属類	ステンレス材、鋼材、鉄板、パイプ、機器などの廃材
		耐火物等	耐火物、コンクリート、レンガ、断熱材など
		ガラス類	ガラス、石綿、試薬びん、陶磁器など
		大型機器	工作機械、プレス機など
		その他	電線、計器類など
	難燃物	硬質塩ビ類	塩ビ、アクリル、テフロン、プラスチックなど
		軟質塩ビ類	ホース、手袋、安全靴など
		ゴム類	ホース、手袋、長靴、パッキンなど
	可燃物	紙・木・布	紙、木枠、布、パッキンなど
		その他	ポリエチレン、ポリプロピレン、黒鉛など

5

ウラン廃棄物の例(1)



↑フィルタ類



↑スラッジ類

6

ウラン廃棄物の例(2)



↑ 可燃性雑固体。
焼却後は焼却灰に。



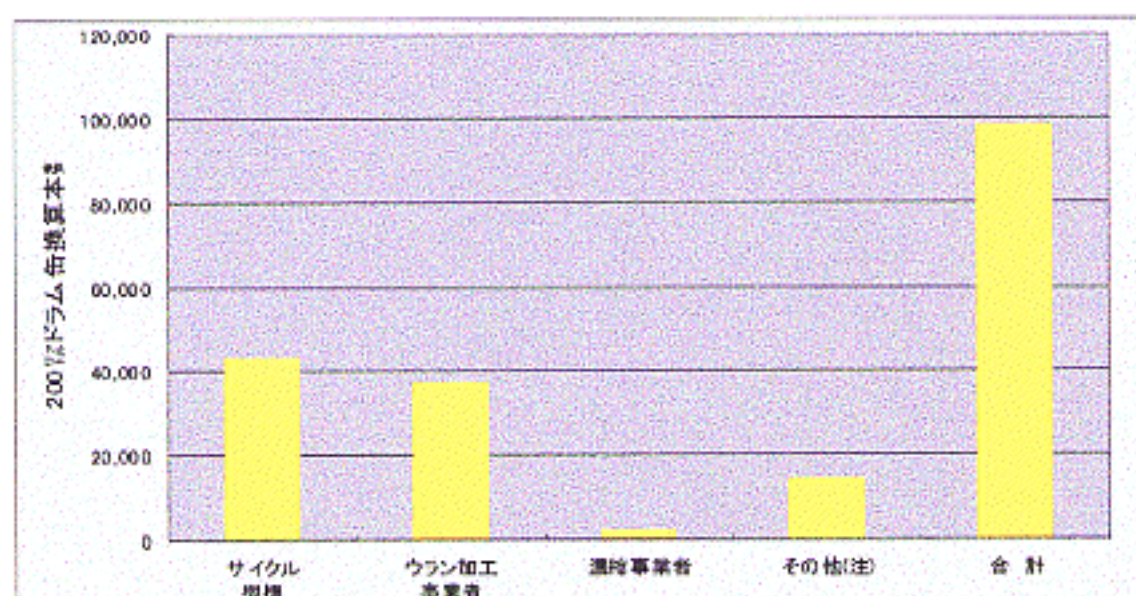
↑ 難燃性雑固体

↓ 不燃性雑固体



7

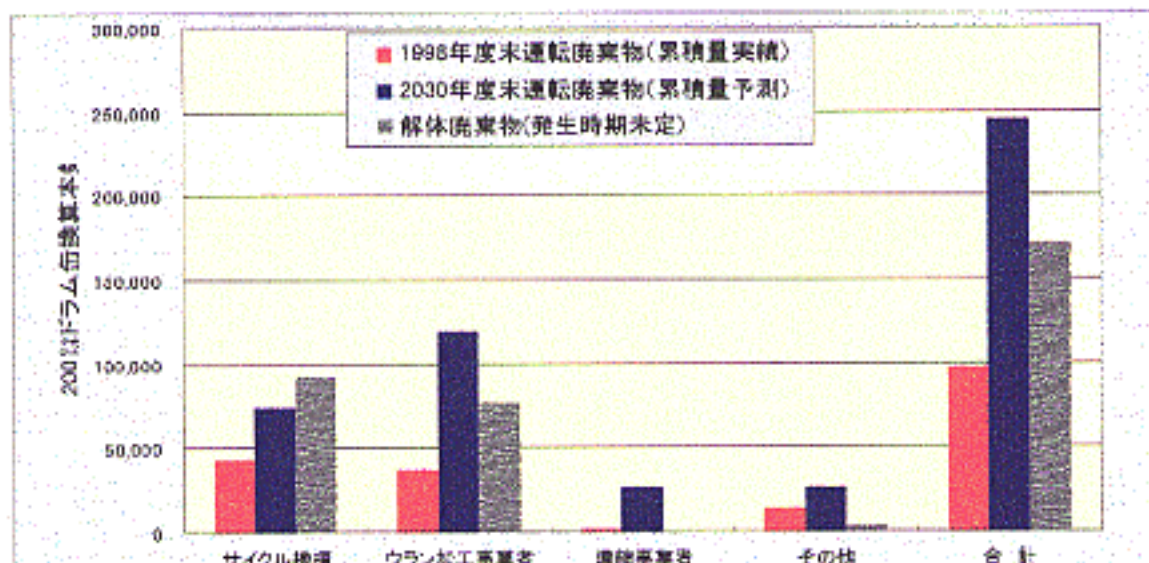
ウラン廃棄物の発生量(平成10年度末現在(注)累積量)



(注) その他施設は、平成9年度末又は平成7年度末現在の調査データ。
いずれも、発生時の形態で、固型化などの処理はされていない。

8

ウラン廃棄物の将来発生量の試算例



(注) 解体廃棄物発生時期は未確定。

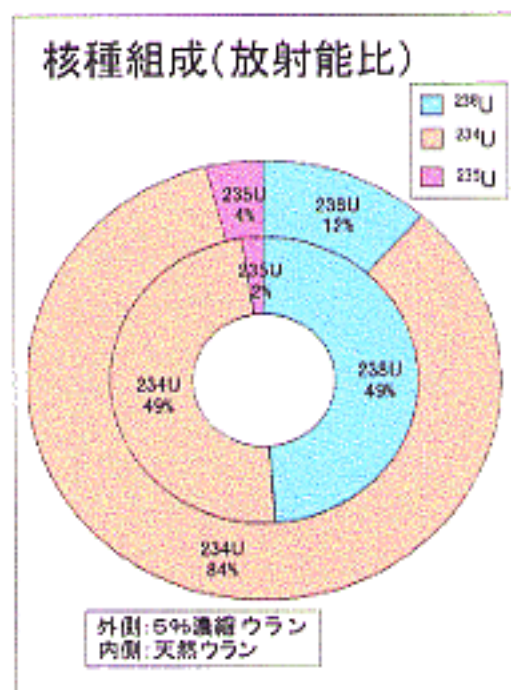
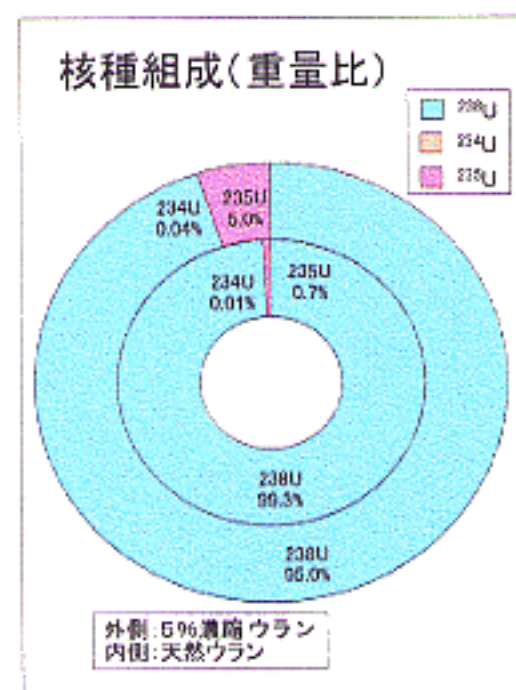
上記の他、濃縮事業者(日本原燃)からは、遠心分離機のリプレイス(例えば、1,500 t580/年)を行えば、20万本規模のウラン廃棄物が発生する(固型化処理)。

遠心分離機以外は、固型化などの処理を行わないとして算定した数量。

その他施設からの1998年度末発生量は、1997年度末又は1995年度末時点の数量であり、2030年度末予測量もその時点の推定値に基づく。

サイクル設備の解体廃棄物には、遠心分離機を含む。

ウラン核種の組成比(重量、放射能)

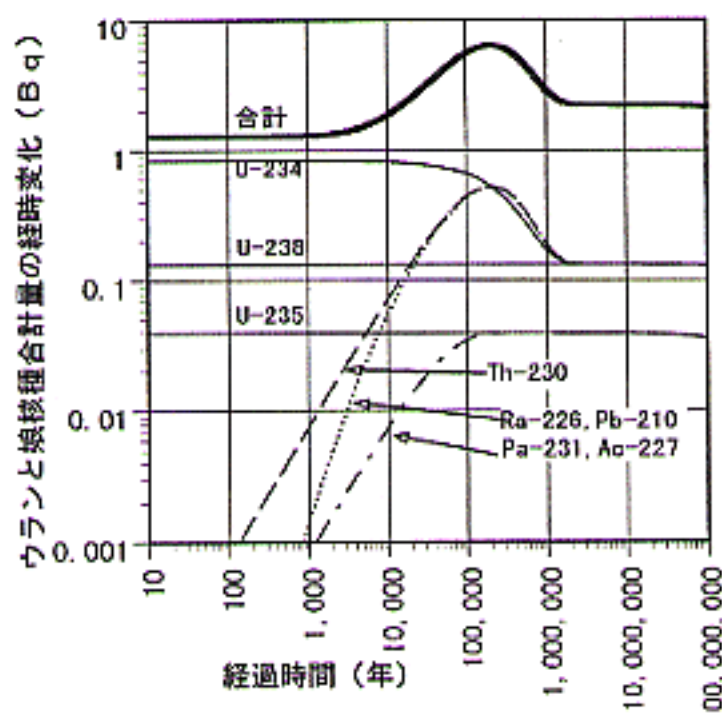


ウラン核種、長寿命娘核種の半減期等

系列	核種	半減期(年)	親核種と同じレベルで存在する短寿命娘核種
ウラン 系列	^{238}U	約45億年	^{234}Th , $^{234\text{m}}\text{Pa}$
	^{234}U	約25万年	
	^{230}Th	約8万年	
	^{226}Ra	約1600年	^{222}Rn , ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po
	^{210}Pb	約22年	^{210}Bi , ^{210}Po
アクチ ニウム 系列	^{235}U	約7億年	^{231}Th
	^{231}Pa	約3万3千年	
	^{227}Ac	約22年	^{227}Th , ^{223}Ra , ^{219}Rn , ^{215}Po , ^{211}Pb , ^{211}Bi , ^{207}Tl

11

ウラン核種量の経時変化例



注)

ウラン濃縮度：4.5%。

初期量：U-234, 235, 238合計 1 Bq

半減期：

U-234：約 25 万年

U-235：約 7 億年

U-238：約 45 億年

重要な娘核種

Ra-226：半減期が1,600年で、カルシウムと同族の元素であるため、人体に蓄積されやすい核種。エネルギーの高いγ線を放出する娘核種(Bi-214, Pb-214, Pb-210等)を伴う。

Rn-222：Ra-226の娘核種の一つで、気体状元素。吸入による線量に寄与する。

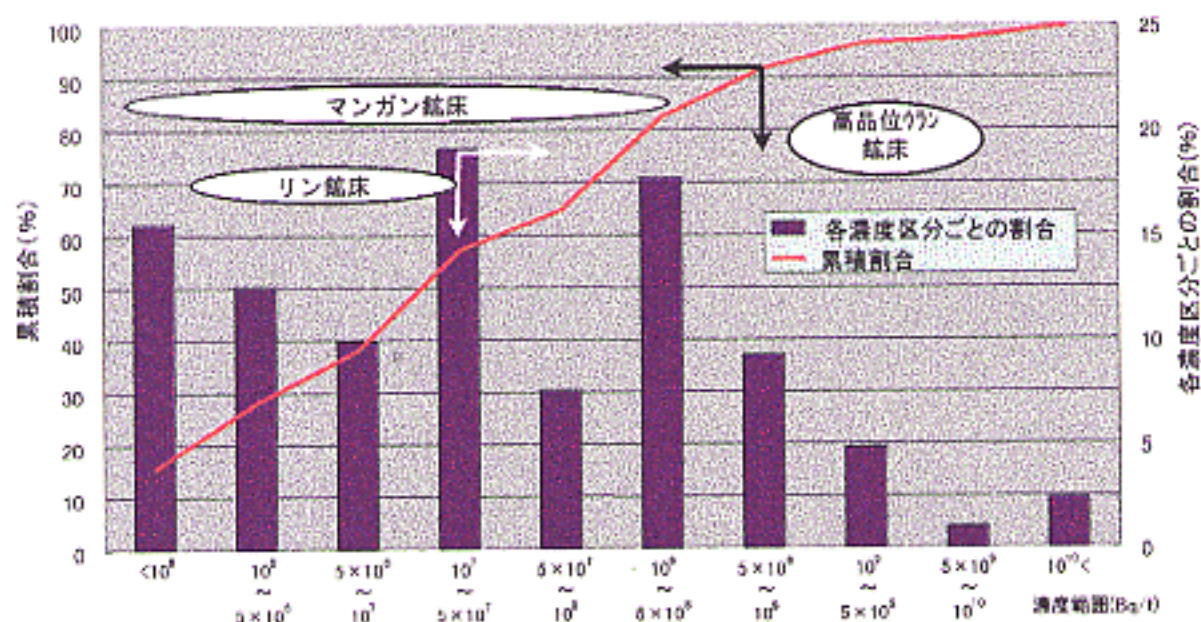
12

自然環境におけるウラン核種濃度例

- ① $3 \times 10^8 \text{ Bq/t} \sim 3 \times 10^9 \text{ Bq/t}$ (高品位ウラン鉱床: 1~10%U相当)
- ② $5.0 \times 10^5 \text{ Bq/t} \sim 2.4 \times 10^8 \text{ Bq/t}$ (国内マンガン鉱床)
- ③ $3.9 \times 10^6 \text{ Bq/t} \sim 3.4 \times 10^7 \text{ Bq/t}$ (国内リン鉱床の一例)
- ④ $3.0 \times 10^4 \text{ Bq/t} \sim 5.5 \times 10^5 \text{ Bq/t}$ (国内花崗岩類)
- ⑤ $1.2 \times 10^4 \text{ Bq/t} \sim 7.3 \times 10^4 \text{ Bq/t}$ (国内土壌)

13

ウラン廃棄物の濃度分布



ウラン加工施設の操業から発生するウラン廃棄物のウラン濃度分布(発生時)

14

処分方策の検討

- 平成6年原子力開発利用長期計画の考え方
- 既存の放射性廃棄物の処分方策
- ウラン廃棄物の処分方策の考え方
- 海外におけるウラン廃棄物の処分状況

15

平成6年原子力開発利用長期計画の考え方

- 比較的濃度が低い大部分のウラン廃棄物は、段階管理を伴わない簡易な浅地中処分が可能と考えられる
- ウラン濃度が比較的高い一部の廃棄物は、簡易な方法による浅地中処分以外の処分方法を検討

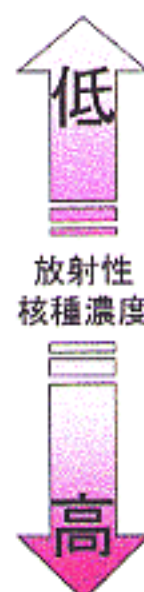
16

放射性廃棄物の既存の処分方策

米クリアランス（産業廃棄物に準じた処分、再利用）

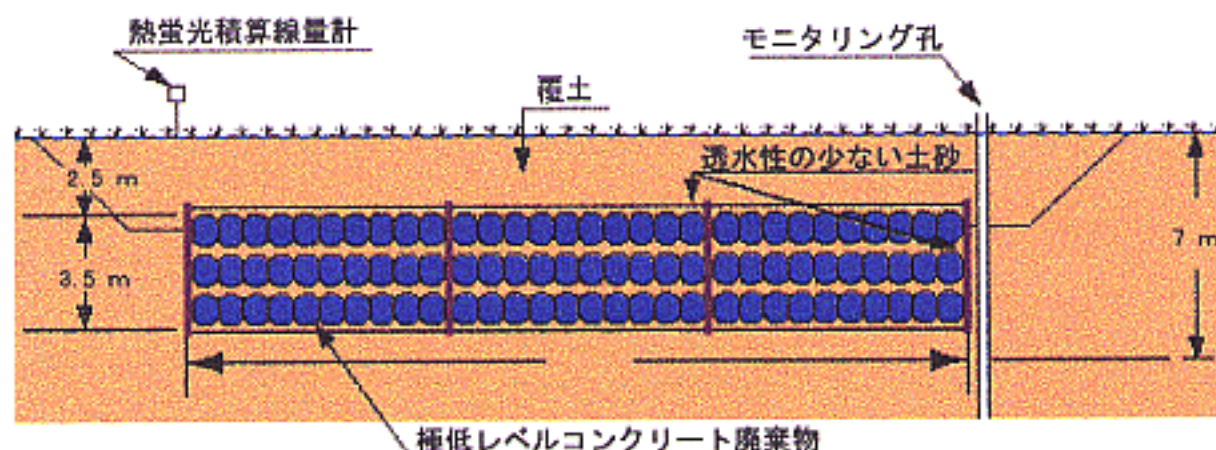
- ① 人工構築物を設けない浅地中処分
（簡易な方法による浅地中処分）
- ② 人工構築物を設けた浅地中処分
（コンクリートピット処分）
- ③ 一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った深度の処分
（例えば、地下50～100m）
- ④ 地層処分（例えば、地下数100m以深）

* クリアランスは、放射性物質としての管理を必要としないほど低濃度の物に適用できると考えられている方策で、一般の廃棄物と同様の扱いが可能と考えられている。



17

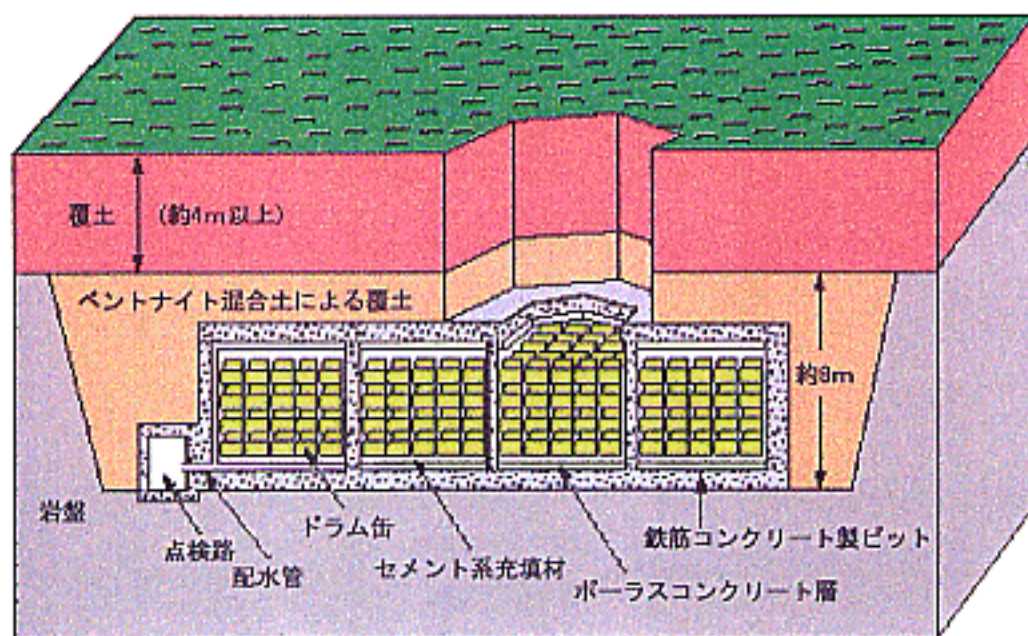
簡易な方法による浅地中処分の例



日本原子力研究所の極低レベル放射性廃棄物埋設実地試験施設

18

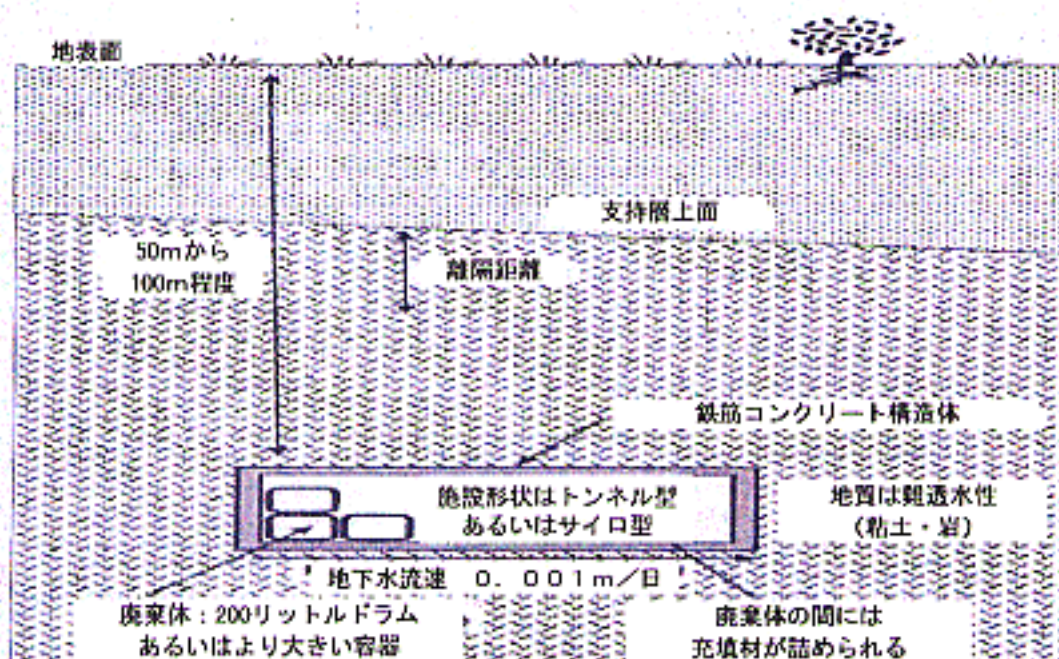
コンクリートピット処分の例



日本原燃(株)六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター、第1号埋設施設概念図

19

一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った深度の処分の検討例



出典:「現行の法令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物処分の基本的考え方について」、平成10年10月
原子力委員会、原子力バックエンド対策専門部会

20

ウラン廃棄物の処分方策の考え方

■ ウラン廃棄物の特徴

- 低放射性物質濃度・長寿命
- 除染が比較的容易
- 除染回収したウランは再利用の可能性あり

■ ウラン廃棄物の特徴を考慮した処分方策

- 段階管理を伴わない簡易な浅地中処分が基本
- その他の処分方法

21

除染(濃度を下げる)処理の性能の目安

対象廃棄物	除染技術	濃度の低下度
スラッジ (ろ過助剤)	硝酸浸出、洗浄	数百分の一
スラッジ (鉄酸物)	硝酸浸出、洗浄	数十分の一
焼却灰	硝酸浸出、焙焼、洗浄	百分の一前後
フィルタ	機械的脱離、硝酸浸出	数千～数十万分の一
雑固体 (金属、プラスチック等)	乾式・湿式ブラスト、 超音波洗浄、電解研磨	約十分の一 ～ 約千分の一

平成7年度「ウラン廃棄物処理処分システム開発調査報告書」等から

22

海外におけるウラン廃棄物^{注)}の浅地中処分



注) 海外ではウラン廃棄物という区分は、特に用いられていない。
ウラン廃棄物に相当すると考えられる低レベル放射性廃棄物は、一般の低レベル放射性廃棄物処分場または**特定廃棄物処分場（産業廃棄物処分場等）**に処分。