

水化学と放射性廃棄物の低減 ークリアランス制度の運用ー

(社)日本アイソトープ協会 石樽顕吉

1. 放射性廃棄物低減と水化学
2. クリアランス制度
3. 関連事項
4. 放射性廃棄物でない廃棄物
5. 今後の課題

水化学と放射性廃棄物

○放射性廃棄物の低減は水化学の目標の一つ

- ・コンデミ廃棄物の低減

イオン交換樹脂の効率的運用、 HFFの導入

- ・放射性腐食生成物の制御

発生と付着過程の制御

- ・除染技術の多様化と高度化

供与中除染、廃止措置（供与中除染、解体廃棄物除染）

○クリアランス制度の運用と“放射性廃棄物でない廃棄物”の考え方

- ・廃止措置 — 解体廃棄物

- ・“蔵出しクリアランス”

クリアランスの概念

クリアランス(Clearance): 規制の対象となっている放射性物質に起因する被ばくが自然界の放射線レベルと比較して充分小さく、又人の健康に対するリスクが無視できる程に小さいため、放射性物質として扱う必要が無い事から、この放射性物質を**規制の管理から外す**こと。

クリアランスレベル: クリアランスの判断基準となる**放射性核種の濃度**

クリアランスレベルの検認: クリアランスレベルを用いて、対象物が放射性物質として扱う必要が無い事を原子力事業者が判断し、それに加えて**規制当局が適切に関与すること。**
(廃棄物安全小委員会報告書)

クリアランスレベル導出の線量目安値

10 μ Sv/年 :

- 自然界の放射線レベルに比し充分小さく、また人の健康に対するリスクが無視できる目安値
 - 原子力安全委員会、放射線審議会
ICRP, IAEA
 - 自然放射線 2.4 mSv/年(世界平均)の1/100以下。地域によるバラツキの範囲に入っている。

クリアランスレベルの算出

原子力安全委員会 “主な原子力施設におけるクリアランスレベルについて”
IAEA “TECDOC-855”(1996)の手法

- 線量目安値

現実的に起こりうると想定されるシナリオ	10 μ Sv/y
発生頻度が小さいと考えられるシナリオ	100 μ Sv/y
皮膚の被ばく	50 mSv/y

- 評価経路(73 経路)

埋設処分(産業廃棄物安定型処分場と同等)
再利用(無条件)

- 評価対象

廃止措置に伴って発生する **コンクリート(含保温材)、金属**

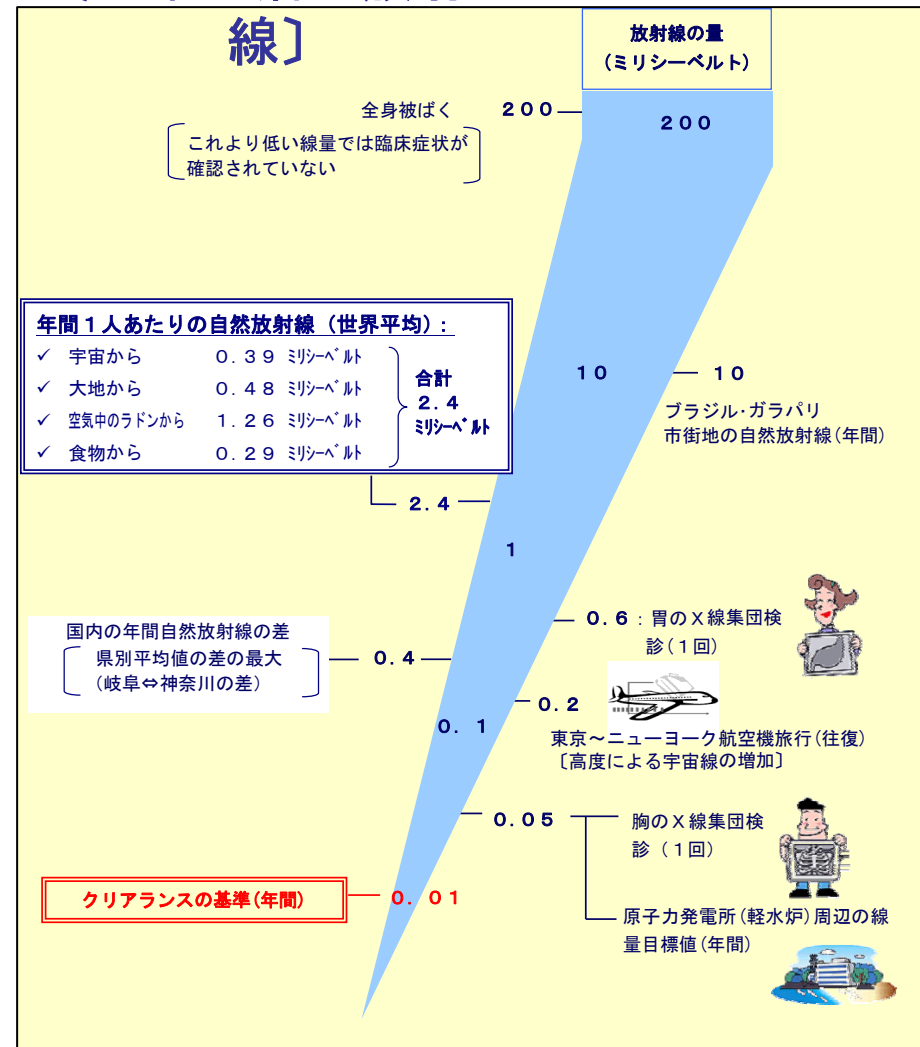
評価対象核種のクリアランスレベル

〔クリアランスレベル〕

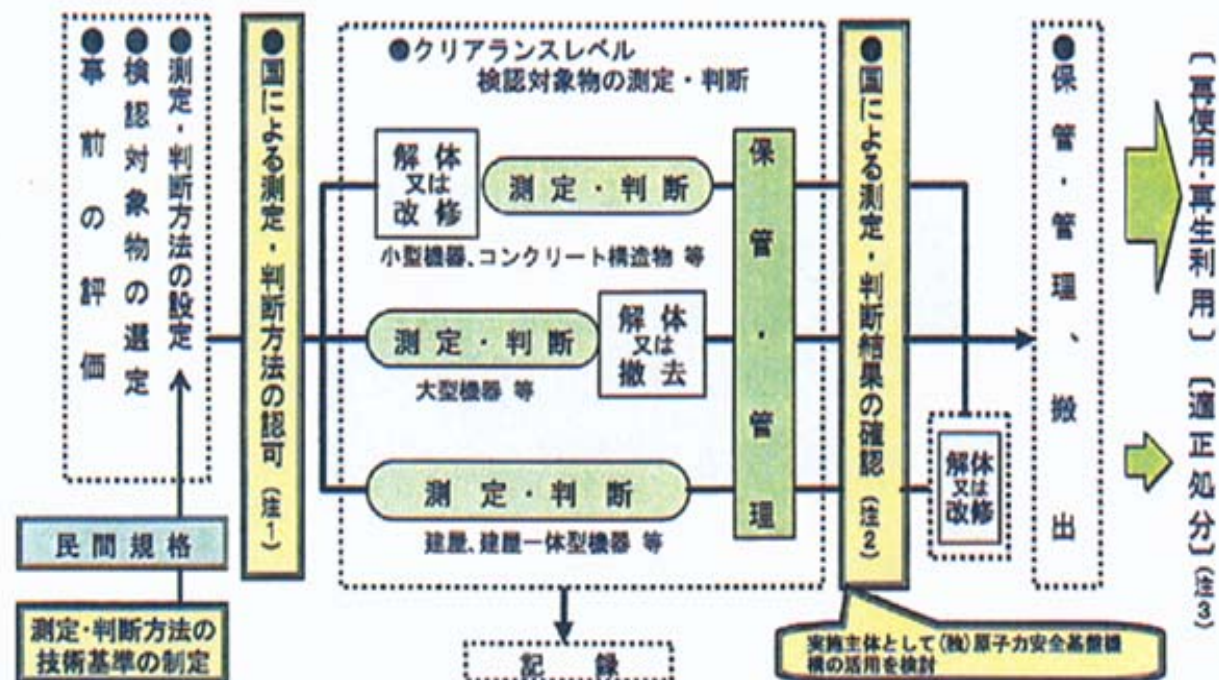
[単位:ベクレル/グラム]

評価対象核種	原子力安全委員会 (2004年)	国際原子力機関 (2004年)	省令 (2005年)
H-3	60	100	100
C-14	4	1	1
Mn-54	2	0.1	0.1
Co-60	0.3	0.1	0.1
Sr-90	0.9	1	1
Cs-134	0.5	0.1	0.1
Cs-137	0.8	0.1	0.1
Eu-152	0.4	0.1	0.1
Eu-154	0.4	0.1	0.1
Pu-239	0.2	0.1	0.1
Am-241	0.3	0.1	0.1

〔日常生活の放射線〕



クリアランス検認の流れ



(注) 1. 国による測定・判断方法の認可(認可時の審査内容)

評価対象とする放射性核種の選択や組成比の設定方法、対象物の特性に応じた測定条件の設定や測定方法、測定結果の評価方法、測定・判断が終了した対象物の一時保管の方法、記録の管理、品質保証計画の策定状況等

2. 国による測定・判断結果の確認

認可を受けた方法に基づき行われた測定・判断に関する記録を確認する(必要に応じ抜き取り測定)、また、事前の評価からクリアランスされた物の搬出まで一連の測定・判断に係る品質保証活動の実施状況の確認について、国は適切な機会を通じてこれを行う。

3. クリアランスされた物の処分又は再生利用の際の最初の搬出先について、制度が社会に定着するまでの間、事業者が把握・記録するよう求める。

クリアランスレベルの検認

- **国の役割** 原子炉設置者によるクリアランスレベルの判断に加えて、国が検認の確実性を担保
- **対象物** 原子炉施設の廃止措置に伴い発生する固体状物質
例えば 金属、コンクリート
- **クリアランスの判断**
$$D_i(\text{放射性核種}i\text{の放射能濃度})/C_i(\text{放射性核種}i\text{のクリアランスレベル}) \leq 1$$
- **評価対象核種** H-3, Mn-54, Co-60, Sr-90, Cs-134
(軽水炉, ガス炉) Cs-137, Eu-152, Eu-154, 全 α 核種
- **測定点の選定** 原則として全数又は全表面測定
- **核種濃度の評価単位** 数トン以内が適当
- **核種濃度の決定法**
放射化汚染: 放射化計算と測定の組み合わせ
二次的な汚染: 測定による(放射性核種組成比決定法、平均放射能濃度法)

クリアランス制度の法体系

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(原子炉等規制法)



核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令(原子炉等規制法)



核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第六十一条の二第二項に規定する放射性物質の放射能濃度の測定及び評価の方法の認可に関する規則(省令)



内規(NISA文書)

クリアランス制度の法令等の概要

法律

クリアランスの基準

●放射能濃度の確認
(第61条の2第1項)

●放射能濃度の測定及び評価の方法の認可
(第61条の2第2項)

省令

【基準(第2条)】

- ・対象物に対する放射性物質及びそのクリアランスレベル
- ・判断基準は、 $\sum D/C \leq 1$

【確認の申請(第3条)】 (記載する事項等)

- ・対象物の種類、数量及び重量
- ・放射性物質毎のD、D/C、対象物のD/Cの総和($\sum D/C$)

【確認証の交付(第4条)】 (確認の基準)

- ・基準を超えていないこと
- ・測定及び評価の方法の認可に従って行われたこと

【機構の確認(第7条)】 (確認事項等)

- ・測定及び評価の方法の認可に従って行われたこと

【機構に対する通知(第8条)】 (通知事項等)

- ・対象、方法

【確認結果の通知(第9条)】 (通知事項等)

- ・対象、方法、結果

【認可の申請(第5条)】 (記載する事項等)

- ・対象物の種類
- ・評価に用いる放射性物質の種類
- ・評価単位
- ・放射能濃度の決定方法
- ・放射線測定装置、測定条件
- ・対象物の管理方法

【測定・評価基準(第6条)】 (認可の基準)

- ①評価に用いる放射性物質の選定方法
- ②評価単位設定方法
- ③放射能濃度の決定方法
- ④測定装置の選定方法、測定条件の設定方法
- ⑤対象物の管理方法

認可基準

認可の基準の適用に
当たっては留意する。

内規

1. 評価に用いる放射性物質

- 原子力安全委員会が選定した核種
(H-3, Mn-54, Co-60, Cs-134, Cs-137, Eu-152, Eu-154, Pu-239, Am-241)
- 上記以外の核種であって放射線量を評価する上で影響が予想される核種がある場合は、当該核種を追加。
- 評価に用いる放射性物質以外の放射性物質の $\sum D/C$ が10%未満であること。

2. 評価単位の設定

- 基本的に測定単位とし、原則1トンを上限として平均放射能濃度を評価する。
- 評価単位内での著しい偏り(クリアランスレベルの10倍程度)がないこと。
- 評価単位内での放射能濃度の最大濃度が最小濃度の10倍以内であるなどの場合は10トンまで拡張できる。

3. 放射能濃度の決定方法

- 表面汚染のみ場合であって部材の厚さが大きい物の評価厚さについては、放射能濃度が過小評価にならないよう考慮すること。
- 放射化されたコンクリート等の表面における放射能濃度がクリアランスレベルの5倍以下の値となっていること。

4. 放射線測定装置の選定、測定条件の設定

- 汎用測定装置以外の測定装置が使用される場合は、その測定装置の性能を確認すること。

5. 放射能濃度確認対象物の管理

- 容器等への収納、封印、定められた場所での保管、保管場所の出入り口の施錠などの措置が講じられていること。
- 関係者以外の者が保管場所に入らないよう立入制限されていること。

6. その他

- 上記以外に放射能濃度の測定及び評価に係る業務が高い信頼性をもって機能していることを確認するため、事業者において構築されている品質保証体制について確認する。

出典：総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会資料

放射能濃度の測定方法の認可について(内規の例)

- 評価単位は、放射能濃度の均一性及び想定される放射能濃度を考慮し、適切な重量であること。
 - 評価単位については、当分の間、原則 **1トン**を上限とする。
 - 分布の均一性については、**100kg** 程度を測定単位として測定。一部の測定単位においてクリアランスレベルの10倍を超える放射能濃度が測定された場合は、著しい偏りがあるものとして扱う。
- 放射能濃度を決定する場合には、対象物の汚染の性状を考慮し、放射線測定その他の適切な方法によること。
 - 表面 汚染のみの場合であって部材の厚さが大きい物の評価における厚さについては放射能濃度が過小評価されないこと。適切な厚さ(5センチ程度)に応じた重量をもとに放射能濃度を決定。
 - 放射化されたコンクリート等の場合、表面における放射能濃度がクリアランスレベルの5倍以下の値となっていること。

クリアランス制度の意義と範囲

○ NPPの廃止措置

- ・極めてレベルの低いかあるいは放射性でない廃棄物が短期間に多量に発生

再利用、環境負荷低減

廃止措置の円滑な進行

○ “蔵出しクリアランス”

一旦放射性廃棄物と規定した物のクリアランス

原理的には可能。規制側のハードル高い

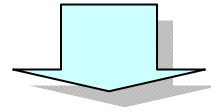
JAEA 検認中

クリアランスされた物の扱い

- クリアランスされた物 ⇒ リサイクル、産業廃棄物に関する法令(環境省)
(例) 産業廃棄物: 管理票制度
- クリアランス制度が社会に定着するまでの間
最初の搬出先の了解及び把握・記録の必要性
(例) 再生利用: 中間処理を行う業者
埋設処分: 処分場(産業廃棄物)
再利用は当面原子力界の中で

環境省との関係（改正炉規制法の指摘事項）

- 廃棄物行政を所管する**環境大臣**との密接な連携がきわめて重要



改正法で以下の3点を規定。

- **環境大臣**は、廃棄物の適正な処理を確保するため特に必要があると認めるときは、クリアランスについて**主務大臣に意見を述べる**ことができる。
- **主務大臣**は、測定・判断方法の認可及びクリアランス確認をしたときは、遅滞なく、その旨を**環境大臣に連絡**しなければならない。
- **主務大臣**はクリアランスの確認を受けた物が廃棄物となった場合におけるその処理に関し、必要な**協力を求める**ことができる。

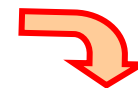
東海発電所 クリアランス対象物再利用(鑄造品) 1/2



遮へい体
(KEK向け) 1000×500×200mm
約700kg



ブロック
(構内利用) 230×110×55mm
約10kg



東海発電所 クリアランス対象物再利用(鋳造品) 2/2



ベンチ



応接テーブル

J-PARC ハドロン実験施設（平成20年8月22日撮影）

写真1 全景



写真2 点線円の反対から拡大



写真3 実線円を別角度から拡大

海外におけるクリアランス制度化の事例

- クリアランス制度化

有：ドイツ、英国、スウェーデン、フィンランド、ベルギー

無：米国(個別審査)、カナダ(個別審査)、フランス(ゾーニングの考え)

- 規制値の例

ドイツ：対象物 瓦礫、地面、金属、建屋、固体状物質、条件に応じ核種毎

例 無条件再利用 Co-60：瓦礫 0.09Bq/g、地面 0.03Bq/g、
固体状物質 0.1Bq/g、1 Bq /cm²(同時)

条件付き再利用 Co-60：金属 0.6 Bq/g、建屋 3 Bq/ cm²

スウェーデン：対象物 金属、コンクリート、オイル、条件に応じ

英国：対象物 金属、コンクリート、再利用・処分 0.4 Bq/g

例 再利用 α 0.1Bq/g, 0.4 Bq /cm², β γ 0.5 Bq/g, 4 Bq /cm²

米国：対象物 金属、コンクリート (?) 無条件再利用

例 天然U、U-238等 0.83 Bq /cm²、 β γ 0.83 Bq /cm²

TRU,Ra-226等 0.017 Bq /cm²、天然Th, Sr-90 0.17 Bq /cm²

仏国：クリアランス制度化せず。ゾーニング導入(放射性廃棄物でない廃棄物の考えに類似)

国外の再利用実施例

国	事 例	実 績
ドイツ	グンドレミンゲン発電所等の解体	約15,000t (主に金属スクラップ)
イギリス	カーペンハースト濃縮工場の解体	約7,000t(アルミ)
スウェーデン	国内外の発電所等から発生した金属スクラップの溶融処理	約8,000t(金属)
フィンランド	ロビーサ、 オルキオト発電所	・原子力発電所 約10t/年(金属) ・オルキオトの例 約300t(金属)
カナダ	ジェントリ1発電所 チョークリバー研究所	・チョークリバーの例 約840m ³ (金属)

カナダ、米国は、クリアランスレベルを設定していないが、
多くの施設において、案件ごとに国の承認を得て再利用、処分を実施

関連事項

1. 障害防止法にクリアランス制度導入の動き
 - ・“減衰待ち保管” DIS (decay in storage) の考え
取り入れ？
 - ・PET4核種の“7日間ルール”と併存？
2. 障害防止法における規制免除レベルとの関係
3. “放射性廃棄物でない廃棄物”ガイドライン化
本来規制の対象とはならない廃棄物。
放射線管理区域内に存在：保安規定で対応

減衰待ち保管の考え方(障防法)

- PET 4核種又はこれによって汚染された物の廃棄

	半減期(分)	数量(TBq) *
C-11	20.39	1
N-13	9.97	1
O-15	2.04	1
F-18	109.8	5

『一定の方法で製造されたPET診断薬で、かつ製造された量が上限値以下の場合、他の物の混入を防止し、又は付着しないように封及び表示をし、告示に定める一定期間(7日間)以上保管したものについては、放射性廃棄物として取り扱わないものとする。』

* 1日使用最大数量

2004年3月文部科学省令第11号

障防法への規制免除レベルの導入

・ 下限数量の例

	Bq/g	Bq		Bq/g	Bq
H-3	1E6	1E9	Cs-137	10	1E4
Mn-54	10	1E6	Eu-152	10	1E6
Co-60	10	1E5	Eu-154	10	1E6
Sr-90	100	1E4	Pu-239	0.1	1E3
Cs-134	10	1E4	Am-241	1	1E4

● 密封線源

下限数量から1000倍までの場合
下限数量の1000倍を超える場合
(従来 74MBq/g 3.7 MBq)

使用の届出
使用の許可

● 非密封線源

下限数量を超える場合
(従来 74 MBq/g, 3.7 kBq, 37 kBq, 370 kBq
3.7 MBq の4群)

使用の許可

2004年5月 障防法改正

放射性廃棄物でない廃棄物について

- 判断の基本的考え方

(1)放射化による汚染

- ①十分な遮へい体により遮へいされていた等、施設の構造上、中性子による放射化の影響を考慮する必要が無いことが明らかなもの。
- ②計算等により、中性子線による放射化の影響が、一般的に存在するコンクリートとの間に有意な差を生じさせていないと評価されるもの。
- ③計算等により、中性子線による放射化の影響を評価し、一般的に存在するコンクリートとの有意な差がある部分が分離されたもの。

(2)二次的な汚染

- ①使用履歴、設置状況等から、放射性物質の付着、浸透等による二次的な汚染が無いことが明らかなもの。
- ②使用履歴、設置状況等から、放射性物質の付着、浸透等による二次的な汚染部分が限定されている事が明らかであって、当該部分が分離されたもの。

原子力安全委員会“低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について”
(中間報告) 平成4年2月

「放射性廃棄物でない廃棄物」(NR)のガイドライン

廃棄物安全小委員会報告(H16) ⇒ 保安院のガイドライン(H20)

○対象廃棄物:管理区域内(汚染のおそれの有無)

- ・原子力施設に設置された資材等: 金属、コンクリート類、ガラスくず
廃油、プラスチック等
- ・原子力施設において使用された物品: 工具類

○保安上の措置

判断、取り扱い: 保安規定で対応

念のための測定(当面): 保安規定の下部規定

○NRと判断された物: 再利用、産業廃棄物(廃掃法の対象)

NRの判断方法

○汚染のおそれが無い場合

設置された資材等：適切な汚染防止対策の確認

設置状況、使用履歴の記録による

使用された物品：使用履歴の記録による

○汚染のおそれが有る場合

設置された資材等：①適切な汚染防止対策の確認

設置状況、使用履歴の記録による

②汚染部位を特定・分離したもの

念のための放射線測定（当面）

使用された物品：①適切な汚染防止対策の確認

使用履歴の記録等による

②使用履歴の記録等が適切に管理されていない場合

放射線測定により汚染ないこと確認の後

汚染防止対策、使用履歴の管理を実施

念のための放射線測定（当面）

今後の課題

◎ “蔵出しクリアランス”の実施

◎ 他の法規制・技術基準の整備と整合性

障防法、医用系法、 障防法（規制免除・除外）、持ち出し基準

◎ 検認法の合理化

◎ 再利用の定着化

加工事業者の確保（風評被害）、 原子力界以外の利用

◎ 限定再利用—放射性廃棄物の再利用

◎ 放射性廃棄物でない廃棄物の実績

まとめ

- ・ クリアランス・制度の法整備が進み、運用が始まった。
- ・ 制度の定着化までとの条件付きで、規制面のバリアーは高い。
- ・ 安全・確実な検認と再利用の**実績の着実な積み重ね**が重要。
- ・ クリアランス、放射性廃棄物でない廃棄物ともに**記録の保存**が極めて重要。
- ・ 水化学側からは**除染技術**の高度化と多様化が重要。