

試験研究用原子炉施設等におけるクリアランス制度について

平成16年10月15日
文 部 科 学 省
原 子 力 安 全 課

1. クリアランス制度を当省所管の原子炉施設等へ適用するにあたっての検討

1-1 はじめに

クリアランスとは、原子力安全委員会報告書「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて（平成11年3月）（以下、「クリアランスレベル報告書」という。）によれば、日常生活における自然界の放射線やリスクとの関連を考慮すれば、ある物質に含まれる微量の放射性物質が持つ放射能に起因する線量が、自然界の放射線レベルに比較して十分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できるものであるならば、当該物質を放射性物質として扱う必要がないとして、放射線防護に係る規制の枠組みからはずすという考え方をいう。

ある物質に含まれる微量の放射性物質に起因する線量が、自然界の放射線レベルに比較して十分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できるものであるならば、当該物質を放射性物質でないものとして扱うことは、放射線防護の観点からも合理的である。また、クリアランスの制度化により、原子力の研究等に伴い発生する廃棄物等を資源として再使用・再生利用が可能になるとともに、廃棄物等を安全かつ合理的に扱うことが可能となり、我が国が目指す循環型社会の形成に資することとなる。

クリアランスについては、原子力安全委員会において、原子炉施設（軽水炉、ガス炉、重水炉、高速炉）に対するクリアランスレベルおよび検認のあり方に関する報告書、核燃料使用施設（照射済燃料および材料^{*}を取り扱う施設）に対するクリアランスレベルに関する報告書が取りまとめられている。また、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において、発電用の原子炉施設施設を対象とした原子力施設におけるクリアランス制度の整備に関する報告書が取りまとめられている（以下、「発電炉に対するクリアランス制度」という。）。

本資料は、発電炉に対するクリアランス制度の、当省所管の原子力施設（試験研究用原子炉施設および核燃料使用施設（以下、「試験研究用原子炉施設等」という。))に対する適用に関して検討を行った結果について述べるものである。

^{*}；原子力安全委員会で検討された「材料」とは、原子炉で照射された燃料被覆管、燃料集合体構成材および炉内構造物を示す。

1 - 2 検討に当たっての前提事項

クリアランスレベル

クリアランスレベル報告書では、「放射性物質として扱う必要がない物」を区分するレベルを「クリアランスレベル」としており、「放射性物質として扱う必要がない」ことを満足する要件は、当該物質に起因する線量が「自然界の放射線レベルと比較して十分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できること」であるとしている。クリアランス報告書では、実際のクリアランスレベルを導出するための目安値として、年間 $10\mu\text{Sv}$ （自然界から受ける年間の被ばく線量の $1/100$ 以下）を用い、この線量を放射性核種の濃度に換算して得られた基準値をクリアランスレベルとして示している（参考資料1, 2参照）。

クリアランスの対象

今回の検討においては、試験研究用原子炉施設および核燃料使用施設の廃止措置等（運転および廃止措置）に伴い汚染のおそれがある区域から発生する固体状物質（ただし、焼却処理を行うものは除く）*をクリアランスの対象とする。

*；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の報告書「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」（以下、「廃棄物安全小委員会報告書」という。）においては、原子炉施設の廃止措置等（運転および廃止措置）に伴い汚染のおそれがある区域から発生する固体状物質（ただし、焼却処理を行うものは除く）をクリアランスの対象としていた。ここで、固体状物質とは、例えば金属（配管、タンク、ポンプ、熱交換器、弁、モーター、ダクト等の機器やその他の金属構造物）、コンクリート（建家構造物、解体コンクリート（一体的に含まれる鉄筋類を含む）、保温材等）を指す。

クリアランスレベルの検認と国の関与

発電炉に対するクリアランス制度においては、国は、「クリアランスレベル対象物の測定および判断の方法に関する技術基準を定めるとともに、技術基準に従って原子力事業者が予め定める測定および判断の方法の妥当性や測定および判断の結果の確認を行う」ことが示されている。本検討では、このような国の関与について試験研究用原子炉施設等についても導入することを前提として議論を進める。

1 - 3 検討事項

検討項目の抽出

本検討では、先ず、廃棄物安全小委員会報告書で検討された項目のうち、「クリアランスレベル検認制度」、「クリアランスレベル検認方法等の技術的要件」

の2つの点から、発電用の原子炉施設と、試験研究用原子炉施設等の相違点に着目し、研究炉等安全規制検討会の議論を踏まえ、次の5つの検討項目を抽出した。

(1)「クリアランスレベル検認制度」において、試験研究用原子炉施設等で考慮すべき事項

- ・軽水炉との違いによるクリアランス検認制度への影響
- ・原子炉等規制法および放射線障害防止法の双方の規制を受けている施設に対するクリアランス検認制度への影響
- ・運転に伴って発生する廃棄物

(2)「クリアランスレベル検認方法等の技術的要件」において、試験研究用原子炉施設等で考慮すべき事項

(a) クリアランスレベル検認の基準等

- ・クリアランスに当たって着目すべき重要放射性核種の違い

(b) 放射性核種濃度の決定の方法

- ・重要放射性核種の違いによる検認方法の違い

次に、上記検討項目に対し、日本原子力研究所が主にJPD Rに対して検討を行ったケーススタディ(「試験研究用原子炉施設におけるクリアランス制度への対応について(平成16年10月15日)」(以下、「ケーススタディ」という。))等をもとに、各項目について検討を実施した。

検討

(1) クリアランスレベル検認制度に関する検討

(a) 軽水炉との違いによるクリアランス検認制度への影響

試験研究用原子炉施設等から発生する廃棄物については、その発生量が発電用の原子炉施設等に比べ、大幅に少なくなると考えられる(表1参照)。発生量が少なくなることについては、クリアランス検認にかかる作業量が減少するという意義がある一方で、発生量によっては、処理量に対し、クリアランス検認にかかるコストが増大する可能性を有すると考えられる。

しかし、発電炉に対するクリアランス制度におけるクリアランスレベル検認制度や、検認手法等技術的要件などは、物量には影響されないと考えられるため、これらの検認制度等は、当該廃棄物についても適用できるものと考えられる。

(b) 原子炉等規制法および放射線障害防止法の双方の規制を受けている施設に対するクリアランス検認制度への影響について

試験研究用原子炉等については、原子炉等規制法に加え、放射線障害防止法の規制対象となる施設も存在しており、このような施設においては、両規制の対象となる廃棄物の混在が考えられる。この中で、試験研究用原子炉の一部に見られるように、原子炉起動用に用いる線源等、密封された放射性同位元素の使用のためのみに放射線障害防止法の規制対象ともなっている施設については、使用履歴において確実に放射性同位元素による汚染が排除できると考えられるため、放射性同位元素を施設外へ搬出し、放射線障害防止法の規制対象から外した上で、原子炉等規制法の規制の下に廃止措置を実施し、クリアランス制度を適用することができると考えられる。

(c) 運転に伴って発生する廃棄物

当省所管の試験研究用原子炉施設等では、施設の廃止措置以外にも、施設の改造に伴い、配管等の金属廃棄物等が発生する。当該廃棄物のように、その汚染の由来が燃料の破損によるもの、あるいは放射化によるものなど、廃止措置によって発生する固体状物質と同等の固体状物質と考えられるものについては、原子炉施設の運転や廃止措置に伴って発生する廃棄物と同様の考え方にに基づき、発電炉に対するクリアランス制度を適用することが妥当であると考えられる。

(2) クリアランスレベル検認方法等の技術的要件に関する検討

(a) クリアランスに当たって着目すべき重要放射性核種の違い

当省の所管する試験研究用原子炉施設等のうち、試験研究用原子炉については、J P D R に対するケーススタディにおいて、重要放射性核種として原子炉施設と同じ核種が選定されている。また、今後解体が予定される試験研究用原子炉施設についても、

- ・燃料としてウランが用いられており、燃料の破損によって放出される核種については原子炉施設で生成する核分裂生成物やアクチニドの崩壊系列核種と同じであると考えられること、
- ・燃料集合体構成材並びに炉内構造物材料のうち、ステンレス等の材質については、評価対象となる放射化成生物は、これまで原子炉施設においても検討されてきた核種と同じであると考えられること、また、燃料被覆管等に用いられているアルミニウムについては、その放射化生成物である ^{28}Al の半減期が短いため（約2分）、評価対象からはずすことが可能であると考えられる。
- ・遮蔽材にコンクリート等が使用されており、その放射化成生物は、これまで原子炉施設においても検討されてきた核種と同じであると考えられるこ

と、

を総合し、考察すると、試験研究用原子炉については、これまで検討されてきた重要放射性核種およびクリアランスレベルの適用が可能となる施設であると考えられる。また、JRR-2については、生体遮蔽材に重晶石を含むコンクリートが使用されているため、 ^{133}Ba の影響等を考慮する必要があると考えられるものの、当該核種についてもすでに原子力安全委員会において、重要放射性核種としてそのクリアランスレベルが示されている。

また、核燃料使用施設のうち、照射済燃料および材料を取り扱う施設（以下、「ホットラボ」という。）の廃止措置に伴い発生する廃棄物については、すでに原子力安全委員会においてクリアランスレベルの考え方が示されている。一方、ホットラボ以外の核燃料使用施設においては、使用履歴、施設区分等による記録等を基に、個別の施設ごとに重要放射性核種を選定する必要があると考えられる。

(b) 重要放射性核種の違いによる検認方法の違い

前項で考察したように、試験研究用原子炉施設について、重要放射性核種としてこれまで原子力安全委員会で検討された核種と同じ核種が想定されるため、発電用の原子炉施設と同様の検認方法を用いることが可能であると考えられる。

一方、核燃料使用施設については、ホットラボに代表されるように、軽水炉で選定された核種以外の核種についても重要放射性核種として選定されているため、クリアランス検認の対象物の選定、測定・判断方法の設定等、クリアランス制度を運用する上での検認方法において事業者において検討すべき課題があるものと考えられる。

2. 検討結果

本検討結果をまとめると、以下のようになる。

2-1 クリアランスレベル検認制度に関する検討結果

試験研究用原子炉施設等で考慮すべき事項については、軽水炉との物量の違いによるクリアランス制度への影響はなく、制度そのものは、試験研究用原子炉施設等において適用可能であると考えられる。また、試験研究用原子炉施設等においても、事業者が行うクリアランスレベル検認対象物の測定・判断に対する認可および確認の必要性は変わらないことから、国はこれまで発電炉に対するクリアランス制度と同様に、クリアランスレベル対象物の測定および判断の方法に関する技術基準を定めるとともに、技術基準に従って原子力事業者が予め定める測定および判断の方法の妥当性や測定および判断の結果の確認を行うことが妥当である。

なお、原子炉等規制法および放射線障害防止法の双方の規制を受けている施設

については、密封線源の施設外への搬出等により、放射線障害防止法による規制対象からはずすことが可能な施設に対しては、原子炉等規制法による規制を行うことで対応できると考えられるが、それ以外の施設については、発電炉に対するクリアランス制度を適用するための課題が残されているものと考えられる。

施設の改造等に伴って発生する金属廃棄物など、その汚染や放射化の起源が廃止措置によって発生する固体状廃棄物と同等と判断される廃棄物については、クリアランス制度を適用することが妥当であると考えられる。

2 - 2 クリアランスレベル検認方法等の技術的要件に関する検討結果

試験研究用原子炉（JPDR、JRR-2）については、原子炉施設に対して選定された重要放射性核種が適用可能であり、このことは原子炉に用いられる燃料や材料からの考察から、他の試験研究用原子炉に対しても言えるものと考えられる。このことから、このような試験研究用原子炉施設については、発電炉に対するクリアランス制度が適用できるものと考えられる。一方、核燃料使用施設のうち、ホットラボについては、重要放射性核種が原子炉施設と異なるため、今後事業者の行うクリアランスレベル検認対象物の測定・判断等の具体的な運用面での検討は残されているものの、発電炉に対するクリアランス制度そのものは適用できると考えられる。

3 結論

以上の結果から、当省所管の原子力施設のうち、試験研究用原子炉施設については、基本的に発電炉に対するクリアランス制度に基づく制度化が可能であると考えられることから、当該施設においても、クリアランス制度を導入することが合理的である。

核燃料使用施設については、ホットラボについては、クリアランスレベル検認対象物の測定・判断等、事業者による具体的な運用上の検討を行うことでクリアランス制度の導入が可能となると考えられる。

今後は、事業者が行う事前の評価、検認対象物の選定、測定・判断方法の設定のために、測定・判断方法の技術基準の制定など、クリアランス制度を運用するための技術要件に関する検討を行っていく予定である。

クリアランス導入後において引き続き検討すべき課題（またはクリアランス制度導入にあたって考慮すべき事項）をまとめると、以下のようになる。

- ・原子炉等規制規法および放射線障害防止法の双方の規制がなされている施設への適用について
- ・核燃料使用施設を発電炉に対するクリアランス制度へ適用する際の、具体的な運用方法について

また、クリアランスされたものの取り扱い等、廃棄物安全小委員会報告書でもクリアランスレベル検認制度の運用に当たっての留意事項として示されている事項についても、当省所管の施設に対するクリアランス制度導入に際し、同様に引き続き検討すべき課題である。具体的例として、処分、再生利用の際の最初の搬出先が把握できるような枠組みの構築は、クリアランス制度導入に際し必要であると考えられる。

表 1 試験研究用原子炉施設の解体工事に伴う固体廃棄物の発生量（推定）

種別	試験研究用原子炉施設				使用施設	発電用の原子炉施設			
	JPDR	JRR-2	武蔵工大炉	立教大炉	ホットラボ* (原研東海)	G C R	B W R	P W R	
出力(kw) (試験研究用原子炉施設は熱出力、 発電用の原子炉施設は電気出力)	90,000	10,000	100	100	-	166,000	1,100,000	1,000,000	
解体 廃棄物 の発生 量 (トン)	低レベル放射性廃棄物	1,023	538	149	123.4	150	18,000	12,000	6,000
	クリアランスレベル以下のもの	2,747	2,561	202.9	221.9	1,082	45,000	29,000	12,000
	放射性廃棄物でないもの	20,670	10,732	160.9	1,207.6	21,793	129,000	495,000	477,000
	総計	24,400	13,831	624.9	1,552.9	23,032	192,000	536,000	495,000
備考									

日本原子力研究所：「原研における低レベル放射性廃棄物長期対策」(平成14年10月)

解体届を基に作成

「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」、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、平成16年9月14日を基に作成

* ; ホットラボは、本文中では、日本原子力研究所東海研究所の「ホットラボ」および核燃料サイクル開発機構大洗工学センターの「照射燃料集合体試験施設」の両方を示す用語として用いているが、解体廃棄物の発生量については、日本原子力研究所の「照射後試験施設」の値を代表として用いた。

クリアランスレベルの算出

クリアランスレベルの算出結果と施設の廃止措置に伴い発生する廃棄物の推定濃度との比(相対重要度)を求め、重要放射性核種を抽出

軽水炉及びガス炉の場合

対象物:施設の廃止措置等に伴い発生する金属・コンクリート

評価経路:再利用32経路、埋設処分41経路を選定

評価核種:20核種

重要放射性核種:9核種

(「主な原子力施設のクリアランスレベル」(平成11年3月)より抜粋)

重水炉、高速炉の場合

対象物:施設の廃止措置に伴い発生する金属・コンクリート

評価経路:基本的に評価経路等は、軽水炉及びガス炉と同じ

評価核種:軽水炉及びガス炉で対象とした20核種及びBa-133

重要放射性核種:11核種

(「重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベル」(平成13年7月)より抜粋)

核燃料使用施設(照射済燃料及び材料を取り扱う施設の場合)

対象物:施設の廃止措置に伴い発生する金属・コンクリート

評価経路:基本的に評価経路等は、軽水炉及びガス炉と同じ

評価核種:49核種

重要放射性核種:17核種

(「核燃料使用施設におけるクリアランスレベルについて」(平成15年3月)より抜粋)

・原子力安全委員会では、最近の国際動向を踏まえ、クリアランスレベルの見直しも含め検討中

クリアランスレベルの算出結果に基づく基準値

軽水炉・ガス炉

重要放射性核種	基準値
H - 3	200
Mn - 54	1
Co - 60	0.4
Sr - 90	1
Cs - 134	0.5
Cs - 137	1
Eu - 152	0.4
Eu - 154	0.4
全 核種	0.2

重水炉・高速炉等

重要放射性核種	基準値
H - 3*	200
(C - 14)	5
Mn - 54*	1
Co - 60*	0.4
Sr - 90*	1
(Ba - 133)	2
Cs - 134*	0.5
Cs - 137*	1
Eu - 152*	0.4
Eu - 154*	0.4
全 核種*	0.2

注： C-14は、放射化された黒鉛遮へい体の場合のみに選定される放射性核種

Ba-133は、放射化された粗骨材に重晶石(BaSO₄)を含むコンクリートの場合のみ選定される放射性核種

*は「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」(軽水炉、ガス炉)で重要放射性核種として選定されている。

照射済み燃料および材料を取り扱う施設

重要放射性核種	基準値
H - 3*	200
C - 14*	5
Mn - 54*	1
Co - 60*	0.4
Zn - 65	1
Sr - 90*	1
Zr - 95	0.6
Nb - 94	0.2
Nb - 95	1
Ru - 106	5
Sb - 125	2
Cs - 134*	0.5
Cs - 137*	1
Ce - 144	20
Eu - 154*	0.4
Pu - 241	10
全 核種*	0.2

単位: Bq/g

本表は、原子力安全委員会「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」(平成11年3月)等から抜粋